EDUQ
3870663/671

CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHES SUR L'APPRENTISSAGE ET LE DÉVELOPPEMENT EN ÉDUCATION

# CIRADE

Université du Québec à Montréal

Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 9870663
Centre d'intérêt: 751

Reinwein, Joachim.

L'effet du contexte pictural et linguistique sur l'identification des mots dans les premiers apprentissages en lecture / par Joachim Reinvein [i.e. Reinwein]. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1985.
25 p. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 1)

"Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR".
Bibliogr.: p. 22-25.

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Français (Langue) * Apprentissage de la lecture * Illustration * Primaire (Ordre d'enseignement)

Tout comme le contexte linguistique, l'illustration peut jouer un rôle important dans le processus d'identification des mots en lecture, et plus particulièrement dans les premiers apprentissages en lecture. L'étude présume que l'illustration a le même effet facilitateur que le contexte linguistique sur l'identification des mots en lecture. Pour souligner ce parallélisme fonctionnel, l'auteur parle dans le cas des illustrations de "contexte pictural", voulant indiquer par là que le rôle de l'illustration mérite d'être analysé par le biais de procédures expérimentales semblables à celles qui ont fait leurs preuves dans les analyses linguistiques. L'expérimentation a été menée au Québec auprès de 84 enfants de langue maternelle française qui en étaient au cinquième mois de leur première année scolaire. Elle a montré que ce ne sont que les bons lecteurs qui profitent de la présence du contexte linguistique et que la présence du contexte pictural a un effet positif aussi bien chez les lecteurs faibles que les lecteurs forts.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 6870664
Centre d'intérêt: 811

Wallot, Jacques-Albert.

Emprunts stylistiques et graphisme enfantin : repérage de six emprunts stylistiques dans des dessins d'enfants de 2e, 3e, 4e année (7-8 ans à 9-10 ans) / par Jacques-Albert Wallot. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1985.

[16] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 3)

"Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [16].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Dessin • Arts graphiques • Développement de l'enfant • Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de nom: Commission scolaire Jérôme-Le Royer

La recherche s'intéresse à la frontière entre le dessin spontané et le dessin appris chez les enfants. Elle porte sur les emprunts formels qui se greffent progressivement au dessin spontané, à partir de la troisième année du primaire. L'auteur s'est intéressé à la présence de six motifs formels dans des dessins d'enfants de deuxième, troisième et quatrième année d'une école de la commission scolaire Jérôme-Le Royer. Ces motifs sont les suivants: 1. les soleils anthropomorphisés; 2. les oiseaux en "V"; 3. la transparence d'une vitre; 4. la brillance de la lumière; 5. les lignes de vitesse; 6. la musique et les onomatopées. Les résultats montrent que les deux premiers emprunts stylistiques: soleils anthropomorphisés et oiseaux en "V" sont des motifs formels d'enfance qui tendent à disparaître avec l'âge. Les emprunts stylistiques qui s'apparentent aux codes de représentation dits de suppléance sont fréquents et augmentent avec l'âge, particulièrement en ce qui concerne la brillance et les lignes indiquant le mouvement et la vitesse.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 0870665
Centre d'intérêt: 841

Bednarz, Nadine.

Apport des représentations dans l'apprentissage de concepts arithmétiques impliquant du dynamisme : les opérations dans le sens reconstruction d'une transformation / par Nadine Bednarz et Bernadette Dufor-Janvier. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1985.
[27] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 4)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [24-25].

Vedette(s)-secondaire(s): Janvier, Bernadette • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Arithmétique • Mathématiques • Méthode d'apprentissage • Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Représentation graphique

L'article traite du rôle de la représentation dans le développement des connaissances mathématiques chez des enfants du primaire. Quatre points sont développés: 1. le rôle et la place associés à la représentation en enseignement des mathématiques; 2. le problème de reconstruction d'une transformation arithmétique: rôle des représentations utilisées dans l'enseignement actuel; 3. quelques résultats d'une expérimentation: interprétations de la représentation "droite numérique" par les enfants; 4. les "histoires sans parole" comme support à la reconstruction de la transformation: résultats d'une expérimentation. La recherche met en évidence que les interprétations fournies par les enfants aux représentations fréquemment utilisées dans les manuels scolaires (droite numérique, illustrations figuratives) sont souvent différentes des intentions visées en les utilisant. Les résultats relatifs aux autres types de représentations expérimentées avec les enfants (histoires sans parole) donnent des indices sur des éléments qui pourraient constituer des déclencheurs au niveau de l'apprentissage.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 1 Numéro EDUQ : 6870666
Centre d'intérêt: 841

Puchalska, Eva.

Pour une variété d'approches aux représentations graphiques des formes et des relations à trois dimensions / par Eva Puchalska et Claude Gaulin. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1985.
[35] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 5)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [30-35].

Vedette(s)-secondaire(s): Gaulin, Claude, 1938- * Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Géométrie * Espace * Primaire (Ordre d'enseignement) * Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Représentation graphique

L'habileté à utiliser divers types de représentations graphiques constitue un aspect de ce qu'on appelle parfois en Grande-Bretagne la "graphicacy", c'est-à-dire la communication d'information spatiale qui ne peut être véhiculée adéquatement au moyen de mots ou de nombres. Or, l'enseignement des mathématiques a une contribution importante et distincte à apporter au développement de la "graphicacy", en fournissant aux élèves des occasions d'explorer divers types de représentations graphiques utiles pour visualiser et communiquer de l'information de nature spatiale. L'article rend compte d'une étude exploratoire menée en 1982-1983 auprès de quelque 500 élèves dont l'âge variait entre 9 et 17 ans, qui avait comme objectif principal d'observer et d'analyser les types de messages produits par les élèves à qui l'on demandait d'expliquer comment construire ou reconnaître une forme polycubique qu'on leur avait remise. L'article insiste ensuite, en invoquant quatre arguments de nature différente, sur l'importance et la nécessité, dans l'enseignement des mathématiques, de fournir à tous les élèves de multiples occasions d'explorer une variété de représentations graphiques utiles pour visualiser et communiquer de l'information de nature spatiale.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 0870667
Centre d'intérêt: 041

Pallascio, Richard.

Typologie des habiletés perceptives d'objets polyédriques / par Richard Pallascio, Vincent Papillon, Dominique Dion. -- [Montréal] : UQUAM, CIRADE, 1985.
[14] p. ; 26 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 6)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [14].

Vedette(s)-secondaire(s): Papillon, Vincent • Dion, Dominique • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Perception • Espace • Géométrie • Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Perception spatiale

Les auteurs exposent, dans un premier temps, ce qu'est la perception sptatiale, puis expliquent pourquoi la perception est préalable à la représentation et à la pensée consciente. Après avoir précisé ce qu'est la perception structurale de l'espace, et comment s'opère le développement de la perception spatiale, ils exposent leur typologie des habiletés perceptives qui comprend cinq étapes: 1. la visualisation; 2. la structuration; 3. la transfiguration; 4. la détermination; 5. la classification. L'article rend compte ensuite d'une pré-expérimentation et d'une expérimentation qui ont été faites pour valider cette typologie. La recherche a perais d'opérationnaliser une typologie des habiletés nécessaires à une bonne perception des formes géométriques, en décrivant des comportements hiérarchisés dans le développement de ces habiletés. La recherche a comme but, à long terme, de renouveler la didactique de la géométrie.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 0 Numéro EDUQ : 0870660
Centre d'intérêt: 072

---

Glasersfeld, Ernst von.

L'approche constructiviste : vers une théorie des représentations / par Ernst von Glasersfeld. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1985.
[8] p. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 7)

"Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR".
Bibliogr.: p. [8].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

---

Descripteur(s): Développement cognitif * Théorie

Identificateur(s) de sujet: Approche constructiviste * Théorie des représentations

---

L'auteur veut attirer l'attention sur certains points que l'on doit considérer lorsqu'on se met à élaborer une théorie assez complète des représentations. Il parle dans un premier temps du constructivisme puis, ayant établi une fondation, il tente de donner quelques exemples de constructions qui mènent à plusieurs genres de représentations. Ces exemples, il les prend dans l'analyse des constructions nécessaires dans le développement cognitif des enfants. Il rappelle que du point de vue constructiviste, une représentation iconique fonctionne si elle amène à exécuter une opération apprise auparavant, puis passe à un exemple de construction mentale très simple, mais cependant abstraite: la situation d'un enfant qui est en train d'apprendre le pluriel dans sa langue et, finalement, distingue les représentations d'objets sensoriels et les représentations opératoires.

---

Type de document: r

---

Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 9870669
Centre d'intérêt: 040

Desautels, Jacques, 1943-.

La représentation de la science véhiculée par les programmes d'enseignement des sciences du Ministère de l'éducation du Québec au secondaire / par Jacques Desautels, Marie Larochelle, Marta Anadon. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.
[6] p. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 8)

"Cette recherche a été réalisée grâce à une commandite de la Direction de la recherche du Ministère de l'éducation du Québec". "Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [6].

Vedette(s)-secondaire(s): Larochelle, Marie • Anadon, Marta • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Sciences • Programme d'enseignement • Analyse de contenu • Idéologie • Secondaire (Ordre d'enseignement)

Le document rend compte d'une analyse de la représentation de la science qui est donnée dans les programmes d'enseignement des sciences et les guides pédagogiques au secondaire. L'analyse montre que cette représentation de la science est assez homogène et qu'elle présuppose diverses croyances qui peuvent être associées à une représentation scientiste qui présente des recoupements certains avec les premiers modèles de science élaborés par l'Ecole du positivisme logique de Vienne, au début de ce siècle. Ainsi, la représentation de la science véhiculée dans les programmes présuppose la croyance en une science descriptive qui ne construit pas ses objets mais les trouve tout faits; la croyance en une objectivité qui correspond à la réalité et non pas aux paradigmes dominants; la croyance en l'idée que le discours scientifique est le modèle, le discours à imiter pour résoudre les problèmes de tout ordre; etc.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 9870670
Centre d'intérêt: 520

Dupont, Chantal, 1942-.

Etude des constructions verbo-iconiques d'enfants de 6 à 9 ans à partir de déclencheurs filmiques / par Chantal Dupont. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.
[13] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 9)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [11].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Image • Expression verbale • Film • Moyen d'enseignement • Méthode d'enseignement • Primaire (Ordre d'enseignement)

L'article étudie les constructions verbo-iconiques des enfants du point de vue de l'expression par l'image. L'auteure explique, dans un premier temps, comment la pédagogie peut être facilitatrice de l'expression et quelles fonctions l'image peut occuper dans l'enseignement. Elle examine en quoi consiste l'ouverture d'un média éducatif. Elle rapporte aussi les usages que font les enfants des images dans leurs constructions verbo-iconiques. Elle décrit ensuite comment se présentent les conduites d'expression dans un contexte d'ouverture. Elle fait ressortir ce que l'on peut retirer de l'utilisation de l'image filmique comme déclencheur et moyen d'expression dans un contexte d'ouverture pédagogique. L'article se termine par quelques perspectives sur le développement des applications pédagogiques de l'image.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 9870671
Centre d'intérêt: 841

Janvier, Claude.

L'image animée comme support à l'apprentissage / Claude Janvier et Claudine Mary. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.
[32] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 10)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [32].

Vedette(s)-secondaire(s): Mary, Claudine • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Mathématiques • Image • Film • Utilisation de l'audiovisuel • Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de nom: Jacquinot, Geneviève • Denis, Michel

Geneviève Jacquinot, dans **Image et Pédagogie** (1977) a fourni un excellent point de départ pour élargir la problématique de l'analyse du film mathématique. Marcel Denis, dans **La mémoire d'un message filmique comparée à celle d'un message verbal chez des enfants d'âge scolaire** (1971) situe bien les résultats de la psychologie expérimentale en regard de la dualité image-verbe omniprésente dans le film mathématique. L'article expose dans un premier temps quelques aspects importants de la pensée de G. Jacquinot. Dans un second temps, il décrit sommairement les résultats de recherche exposés dans l'article de M. Denis, puis donne un compte rendu des résultats exposés dans le mémoire de Claudine Mary: **Le film dans l'enseignement des mathématiques: analyse théorique et expérimentation** (1984). Cette étudiante a présenté à 102 élèves de troisième année du secondaire le film intitulé: **Possibly So, Pythagoras** avec une bande sonore française. Ce film présente trois illustrations animées différentes du théorème de Pythagore. Les résultats de l'expérimentation ont bien mis en évidence les caractéristiques de l'image animée géométrique: elle est riche en informations, synthétisante, polysémique; mais ces images riches entraînent des risques d'erreurs dans l'interprétation.

Type de document: r

EDUQ
8870663/671

# Séminaires du CIRADE sur la Représentation

1985-1986

N° 1 à 10

## Table des matières


n° 1 L'effet du contexte pictural et linguistique sur l'identification des mots dans les premiers apprentissages en lecture. Par Joachim Reinwein (Département de Linguistique, Université du Québec à Montréal). . . . . 3

n° 3 Emprunts stylistiques et graphisme enfantin: repérage de six emprunts stylistiques dans des dessins d'enfants de 2e, 3e, 4e année (7-8 ans à 9-10 ans). Par Jacques-Albert Wallot (Département d'Arts plastiques, Université du Québec à Montréal) . . . . . 26

n° 4 Apport des représentations dans l'apprentissage de concepts arithmétiques impliquant du dynamisme: les opérations dans le sens reconstruction d'une transformation. Par Nadine Bednarz, Bernadette Janvier (CIRADE, Université du Québec à Montréal) . . . . . 43

n° 5 Pour une variété d'approches aux représentations graphiques des formes et des relations à trois dimensions. Par Ewa Puchalska F.S.E. (Université de Montréal), Claude Gaulin F.S.E. (Université Laval) . . . . . 71

n° 6 Typologie des habiletés perceptives d'objets polyédriques. Par Richard Pallascio (Université du Québec à Montréal), Vincent Papillon (Collège Brébeuf), Dominique Dion (Université de Montréal). . . . . 107

n° 7 L'approche constructiviste; vers une théorie des Représentations. Par Ernst von Glasersfeld (Department of Psychology, University of Georgia, USA). . . . . 122

n° 8 La représentation de la science véhiculée par les programmes d'enseignement des sciences du Ministère de l'Education du Québec au secondaire. Par Jacques Desautels, Marie Larochelle, Marta Anadon (Université Laval). . . . . 131

n° 9 Etude des constructions verbo-iconiques d'enfants de 6 à 9 ans à partir de déclencheurs filmiques. Par Chantal duPont Ph.D. (Département d'Arts plastiques, Université du Québec à Montréal). . . . . 138

n° 10 L'image animée comme support à l'apprentissage. Par Claude Janvier, Claudine Mary (CIRADE, Université du Québec à Montréal). . . . . 152

# L'effet du contexte pictural et linguistique sur l'identification des mots dans les premiers apprentissages en lecture[1]

par Joachim Reinwein,
Département de Linguistique, UQAM

**Séminaire sur la Représentation**
20 septembre 1985 - n°. 1

Note: Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR

Depuis une vingtaine d'années, le phénomène du contexte en lecture a suscité un intérêt grandissant dans les recherches psycholinguistiques. Que ce soit en langue maternelle ou en langue seconde, dans les premiers apprentissages ou dans les apprentissages subséquents, nombreuses sont les recherches qui témoignent d'un effet significatif du contexte linguistique sur l'identification des mots en lecture silencieuse ou à voix haute.

Comme l'un des premiers, Goodman 1965 a montré dans une étude du comportement en lecture à voix haute, que des lecteurs de 1ère, 2e et 3e années du primaire étaient en mesure d'identifier des mots en contexte alors qu'ils ne pouvaient les lire isolément. Toutefois - et ce malgré le fait qu'il s'agit là d'une étude devenue classique et souvent citée - ces résultats n'ont pas été validés statistiquement. Negin 1981 a raffiné quelque peu la procédure expérimentale de Goodman 1965 dont il a confirmé la thèse principale, une analyse de la variance à l'appui. Parmi les autres travaux plus récents qui ont contribué au maintien et à la défense de cette thèse, mentionnons Allington & Strange 1977, Allington & McGill-Franzen 1980 et Ehri & Wilce 1980. Dans l'ensemble, il ne semble plus y avoir de doute à savoir que le contexte linguistique en lecture exerce, dans des conditions de lecture normales, un effet facilitateur significatif sur l'identification des mots.

Tout comme le contexte linguistique, l'illustration peu jouer un rôle important dans le processus d'identification des mots en lecture, et plus particulièrement dans les premiers apprentissages en lecture. D'ailleurs, on ne peut s'imaginer que difficilement un livre de lecture sans illustration s'adressant à des lecteurs débutants. La présente étude présume que l'illustration a le même effet facilitateur que celui qu'a le contexte linguistique sur l'identification des mots en lecture. Pour souligner ce parallélisme fonctionnel, je parlerai dans le cas des illustrations de contexte pictural, indiquant par là que le rôle de l'illustration mérite d'être analysé par le biais de procédures expérimentales semblables à celles qui ont fait leur preuve dans les analyses faites jusque-là en ce qui concerne le contexte linguistique. Ce point de vue s'oppose aux recherches de Samuels 1967, Ollila & Olson 1972, Singer, Samuels & Spiroff 1973-74 et qui défendent la soi-disant hypothèse de l'attention focale (voir plus loin).

Classées d'après le type d'effet analysé, les recherches qui ont investigué l'effet de l'image sur le lecteur appartiennent principalement à trois catégories. Il s'agit de recherches qui ont analysé l'effet du contexte pictural sur

(1) l'identification et/ou l'apprentissage de mots écrits;

(2) la compréhension d'un texte et sur sa mémorisation (à court et à long terme),

(3) l'intérêt et la motivation.

Le tableau 1 décrit sommairement les recherches du type (1), c'est-à-dire celles qui sont discutées plus en détail dans la présente étude comparative des effets dus aux contextes linguistique et pictural.

Tableau 1

| Auteur(s) | Sujets | Age | Nombre de mots | Contexte linguistique | Contexte pictural | Plan d'expérience | Procédure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Samuels 1967 | 30 | 5-6 | 4<br>- boy<br>- bed<br>- man<br>- car | absent | a.mot sans image<br>b.mot avec image<br>c.mot avec image complexe | 3 groupes de 10 enfants | Alternance des phases d'acquisition et de post-test. Présentation verbale fournie à l'enfant en phase d'acquisition. Identification des mots évaluée en l'absence de l'image (post-test). |
| Hartley 1970 | 127 | 6-7 | 16 | présent (phrase) | a. mot seul<br>b. mot en contexte linguistique<br>c. mot avec image | 2 (fort/faible) X 2 (similitude) X 3 (traitements a - c) | Même que dans Samuels 1967 |
| Ollila et Olso 1972 | 150 | 5 | 4<br>- ball<br>- horse<br>- telephone<br>- pencil | absent | a.mot sans image<br>b.mot avec image<br>c.mot avec objet | 3 groupes de 50 enfants | Même que dans Samuels 1967 |
| Singer, Samuels et Spiroff 1973-74 | 164 | 6-7 | 4<br>- cup<br>- eat<br>- bed<br>- bat | présent, mais invariable et restreint | a.mot sans image<br>b.mot avec image<br>c.phrase sans image<br>d.phrase avec image | 2 (degrés) X 4 (traitements a - d) | Même que dans Samuels 1967 |
| Kirsky et Furlong 1974 | 80 | 5 | 4<br>- make<br>- fire<br>- good<br>- boat | absent | a.mot avec image<br>b.-c.mot seul<br>d. forme géométrique | 2 (fort/faible) X 4 (traitements a - d) | Phase d'acquisition différente de celle de Samuels 1967 |
| Herzem, Lee et Miles 1976 | 20 | 5.9-7.0 | 16 | absent | a.mot sans image<br>b.mot avec image appropriée<br>c.mot avec image inappropriée<br>d.mot avec image insensée | 2 (enseign. échelonné/ non échelonné) X 4 (traitements a - d) | Même que dans Samuels 1967 |

Tableau 1 (suite)

| Auteur(s) | Sujets | Age | Nombre de mots | Contexte linguistique | Contexte pictural | Plan d'expérience | Procédure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Denburg 1976-77 | 48 | 7 | 48 | présent (phrase) | a. mot sans image<br>b. mot avec image complexe<br>c.-d. mot avec image partielle | 4 X 4 carré latin | Pas de rétroaction verbale fournie à l'enfant. Identification des mots est évaluée en fonction des traitements a - d. |
| Kruger 1977 | 72 | 5-6 | 72 | absent | a. mot sans image<br>b. mot avec image (présentation simultanée)<br>c. mot suivi d'une image (présentation différée) | 2 (sexe) X 2 (similitude) X 3 (traitements a - c) | Même que dans Samuels 1967 |
| Montare, Elman et Cohen 1977 | 30 | 5-6 | 4<br>- boy<br>- bed<br>- man<br>- car | absent | a. mot sans image<br>b. mot avec image simple<br>c. mot avec image complexe | 3 groupes de 10 enfants | Seule différence avec Samuels 1967 : alternance des essais d'acquisition et de post-test 3 |
| Arlin, Scott et Webster 1978-79 | 72 | 5 | 16 | absent | a. mot et image<br>b mot et voix<br>c. mot seul | 3 (feedback) X 2 (similitude) X 3 (traitements a - c) | Alternance des phases d'acquisition et de post-test |
| Lang et Solmon 1979 | 60 | 5-6 | 28 | absent | a. mot seul<br>b. mot avec image appropriée<br>c. mot avec image inappropriée | 2 (modes de présentation) X 3 (traitements a - c) | Pré-test, phase d'acquisition, post-test. Rétroaction verbale fournie à l'enfant en phase d'acquisition. |
| Donald 1983 | 120 | 6-11 | | présent (texte) | a. illustré<br>b. non illustré | 2 (fort/faible) X 2 (traitements a + b) | Pas de rétroaction verbale fournie à l'enfant. Identification des mots est évaluée en fonction des traitements a- et b. |
| Reinwein 1983 | 24 | 6-7 | 51 | présent (texte) | a. mot seul<br>b. mot en contexte linguistique<br>c. mot en contexte pictural et linguistique | 3 X 3 carré latin | Pas de rétroaction verbale fournie à l'enfant. Identification des mots est évaluée en fonction des traitements a., b. et c. |

Les recherches de Samuels, et en particulier celle de 1967, ont joué un rôle central dans la discussion concernant l'utilisation de l'illustration à des fins didactiques. Encore aujourd'hui, nombreux sont les chercheurs et pédagogues qui citent ces recherches pour légitimer leur attitude réservée, voire hostile, à l'égard de l'illustration dans les premiers apprentissages en lecture[2]. D'après Samuels 1967, non seulement l'illustration n'aiderait pas le lecteur, elle lui nuirait:

> "It would appear that pictures functioned as distracting stimuli in that they drew attention away from printed words. A similar finding has been reported by Underwood (1963) and Samuels and Jeffrey (1966)." (p. 340)

Les résultats et conclusions de Hartley 1970, de Singer, Samuels & Spiroff 1973-74, de Hansen, Lee & Miles 1976 et de Kruger 1977 semblent avoir confirmé la validité de ce point de vue, connu sous le terme de hypothèse de l'attention focale. Ces expérimentations se ressemblent à plusieurs égards:

- Dans la première phase de l'expérimentation, appelée "phase d'acquisition", on a présenté à des enfants des mots écrits soit en présence, soit en absence d'illustrations. Durant cette phase, l'expérimentateur a lu à haute voix les mots que l'enfant était incapable de lire seul (rétroaction).

- Dans la deuxième phase de l'expérimentation (post-test), l'expérimentateur a présenté aux enfants les mêmes mots que précédemment, mais cette fois, sans illustrations (pour les enfants du groupe sans illustrations, les versions présentées en phases d'acquisition et de post-test étaient donc identiques). Par ailleurs, aucune aide verbale (rétroaction) n'a été fournie aux enfants.

- Les phases d'acquisition et de post-test alternaient.

D'après ces recherches, les enfants ayant lu les mots sans illustration en phase d'acquisition, s'avèrent supérieurs aux enfants du groupe avec illustrations lorsqu'il s'agit d'identifier ces mêmes mots sans illustration (post-test).

Montare, Elmen & Cohen 1977 ont contesté la légitimité de la procédure expérimentale de Samuels 1967. Dans une réplique de son expérimentation, ils ont observé que l'aide verbale accordée aux lecteurs durant la phase d'acquisition profitait à 88% au groupe d'enfants auquel on avait présenté les mots sans illustrations, et seulement à 12% aux deux groupes d'enfants qui avaient lu les mots en présence soit d'images simples (1%), soit d'images complexes (11%). D'après eux, la répartition inégale de l'aide verbale accordée aux enfants des trois groupes s'avère d'autant plus intenable que la supposée rétroaction verbale sert en réalité aux enfants du groupe sans illustrations de stimulus d'apprentissage indispensable:

> "(...) the adult verbal feedback results (...) actually served two very different purposes. In the two picture groups adult verbal feedback provided the child with correct feedback when errors occured. However, in the no-picture group this so-called "feedback" actually constituted the critical unconditional stimulus without which this group would have learned nothing!" (p. 279)

Comme conséquence, dans l'expérimentation de Samuels 1967 - et dans celles où la même procédure expérimentale a été adoptée - l'effet de l'aide verbale accordée aux enfants durant la phase d'acquisition n'est plus clairement à dissocier de l'effet dû à la présence ou à l'absence des illustrations. Malheureusement, dans leur propre réplique de Samuels 1967, Montare, Elman & Cohen 1977 ont commis une erreur importante quant à l'alternance des phases d'acquisition et de post-test[3]. Néanmoins, il reste que cette erreur n'invalide pas leur argument principal, i.e. la répartition inégale de la soi-disant rétroaction verbale en phase d'acquisition.

La procédure expérimentale de Samuels 1967 s'avère aussi peu pertinente pédagogiquement et revient à comparer deux groupes d'enfants auxquels on enseigne la lecture de mots dans des conditions sensiblement différentes, les uns apprenant avec l'aide de l'adulte-enseignant (rétroaction verbale), les autres apprenant surtout à l'aide des illustrations de leur livre de lecture. Le fait d'avoir aidé verbalement le premier groupe a malheureusement fait disparaître la contribution spécifique de l'illustration, c'est-à-dire celle d'être un outil d'"auto-apprentissage" par excellence. Pourquoi vouloir comparer un lecteur débutant qui "se débrouille" tout seul avec son livre de lecture imagé, avec un lecteur auquel une personne ressource accorde une aide verbale tout à fait privilégiée qui, en situation de classe, serait irréalisable? D'ailleurs, Denburg 1976-77 a montré qu'on arrive à des résultats sensiblement différents de ceux sur lesquels se sont appuyé les défenseurs de l'hypothèse de l'attention focale, si on n'accorde strictement aucune aide verbale aux lecteurs.

Arlin, Scott & Webster 1978-79 ont critiqué un autre aspect du plan expérimental de Samuels 1967. Dans Samuels 1967, le mot écrit et l'image correspondante sont présentés en même temps, tandis que le mot oral est présenté après l'image. D'après Arlin, Scott & Webster 1978-79, l'écart relevé dans Samuels 1967 n'en serait pas un entre deux média de présentation (image vs mot oral) mais plutôt un entre deux types de pairage (simultanéité de mot et image vs succession de mot et image).

Pour ces raisons, la soi-disant hypothèse de l'attention focale a perdu beaucoup de sa crédibilité, et le rôle de l'illustration dans les premiers apprentissages en lecture commence à être évalué de façon moins négative (par exemple Denburg 1976-77, Donald 1979, Donald 1983, Newton 1983). Conforme à cette nouvelle orientation, la présente étude tente de "faire un pont" entre les recherches concernant l'illustration et celles concernant le contexte linguistique en comparant leur impact respectif sur le processus d'identification des mots en lecture.

Un dernier point reste à clarifier. Cette expérimentation a investigué la performance de lecteurs débutants en présence des illustrations. Plutôt que de mesurer le score de réussite de mots illustrés dans un post-test où on présente les mêmes mots sans illustration, le score de réussite dans l'identification des mots-cibles a été évalué ici en présence de l'illustration. Ce choix est, bien sûr, discutable et dépend en partie des objectifs poursuivis. Samuels 1967 a obtenu des scores largement divergents, d'une part en post-test caractérisé par l'absence complète d'illustrations et, d'autre part, en phase d'acquisition (en présence d'illustrations pour deux des trois groupes):

Tableau 2

Moyennes pour l'identification des mots-cibles
en phase d'acquisition et en post-test

| | Phase d'acquisition | Post-test |
|---|---|---|
| Groupe a: pas d'image | 25.30 | 19.20 |
| Groupe b: image simple | 39.40 | 11.30 |
| Groupe c: image complexe | 36.90 | 11.60 |

Le tableau 2 nous révèle une supériorité significative du groupe a sur les groupes b et c en post-test (c'est d'ailleurs sur ces résultats que se fonde l'hypothèse de l'attention focale); en phase d'acquisition, par contre, ce sont les groupes b et c qui s'avèrent significativement supérieurs au groupe a. Or, cette inversion des résultats semble entièrement due au fait que le groupe a reçu en phase d'acquisition une rétroaction verbale autrement plus massive que les groupes b et c, ces derniers ayant été en mesure de satisfaire à la tâche demandée pratiquement sans aucune rétroaction verbale (cf. Montare, Elman & Cohen 1977). L'interprétation qu'on peut faire des résultats de Denburg 1976-77 confirme le fait que la divergence observée au tableau 2 n'est pas due à l'opposition "absence/présence d'illustrations" mais plutôt à l'opposition "absence/présence de rétroaction verbale". Dans Denburg 1976-77, aucune rétroaction n'a été fournie aux lecteurs. Or, la supériorité des groupes avec illustration sur celui sans illustration y était la même en phase d'acquisition (voir Denburg 1976-77, p. 182: "Effect of Picture Condition on Word Identification in Context in second administration") et en post-test (voir Denburg 1976-77, p. 182: "Effect of Picture Condition on Word Learning in second administration"). De façon analogue, on peut s'attendre à ce que la supériorité de la version 3 sur les versions 2 et 1 (voir plan d'expérience) en phase d'acquisition ait également été reproduite en post-test, quoique de manière moins discriminatoire. (Les écarts entre les différentes versions illustrées et non illustrées que Denburg 1976-77 a obtenus en phase d'acquisition semblent plus discriminatoires que ceux obtenus en post-test).

La préférence accordée à l'évaluation en phase d'acquisition s'explique aussi par le choix des objectifs poursuivis. Pour obtenir des données concernant l'effet de l'illustration sur l'apprentissage de mots écrits, un post-test effectué en absence de toute illustration semble tout à fait indiqué. Par ailleurs, l'effet de l'illustration sur l'identification de mots écrits - l'objet de la présente étude - nous fournit des données plus révélatrices quant au comportement psycholinguistique du lecteur durant l'acte de lire. Une telle étude nous apprend davantage sur la manière selon laquelle un lecteur intègre l'information véhiculée par le contexte pictural a celle véhiculée par le texte.

Voici, en résumé, les caractéristiques principales de la présente expérimentation:

(1) La performance du groupe avec illustration est évaluée en présence des illustrations.

(2) Aucune rétroaction verbale n'est fournie aux lecteurs.

(3) Les mots-cibles, choisis de manière aléatoire, sont représentatifs des mots du texte lu.

(4) Il n'y a qu'un recoupement partiel entre le contexte pictural (illustrations) et les mots-cibles, quelques illustrations comprenant des informations supplémentaires par rapport au texte (mots-cibles) et vice versa.

(5) L'effet dû au contexte pictural est comparé à celui dû au contexte linguistique.

Cette expérimentation est une répétition à plus grande échelle de celle décrite dans Reinwein 1983 et permet un certain nombre d'observations supplémentaires.

## METHODE

### Sujets

L'expérimentation a été menée au Québec auprès de 84 enfants de langue maternelle française qui en étaient au 3e mois de leur première année scolaire. Les enfants, issus de milieux de statut socio-économique moyen et élevé, fréquentaient 4 classes différentes (4 X 21 enfants). Chaque classe avait un professeur différent. Aussi, afin d'éviter que les résultats ne soient le reflet du style d'enseignement des professeurs, 3 groupes (A, B, C) ont été formés à partir des 4 classes. Dans chacune des 4 classes, 7 enfants ont été choisis de manière aléatoire pour faire partie des groupes A, B, et C respectivement:

| | |
|---|---|
| Groupe A: | 7 enfants (classe 1)<br>7 enfants (classe 2)<br>7 enfants (classe 3)<br>7 enfants (classe 4) |
| Total: | 28 enfants |
| Groupe B: | 7 enfants (classe 1)<br>7 enfants (classe 2)<br>7 enfants (classe 3)<br>7 enfants (classe 4) |
| Total: | 28 enfants |
| Groupe C: | 7 enfants (classe 1)<br>7 enfants (classe 2)<br>7 enfants (classe 3)<br>7 enfants (classe 4) |
| Total: | 28 enfants |

## Matériel

Trois textes de lecture issus d'un matériel didactique conçu pour l'apprentissage du français langue maternelle ont été présentés aux lecteurs. Ces textes, légèrement raccourcis dans deux cas, étaient destinés à des lecteurs de 2e année du primaire:

Texte 1 (T1): "Un coeur, c'est mille choses" (Ciesielski & Reinwein: Les apprentis 2, lecture 2. Montréal: Etudes Vivantes, 1983, 32-33.

Texte 2 (T2): "Qu'est-ce qui a bien pu arriver?" (Ciesielski & Reinwein: Les apprentis 2, lecture 1. Montréal: Etudes Vivantes, 1983, 3-6.

Texte 3 (T3): "Recette de grignotines" (Ciesielski & Reinwein: Les apprentis 2, lecture 1. Montréal: Etudes Vivantes, 1983, 37-40.

Une analyse comparative des trois textes nous donne ceci:

Tableau 3

| | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|
| Nbre de mots | 99 | 117 | 91 |
| Nbre d'illustrations | 17 | 13 | 12 |
| Mots: illustrations | 5.76 | 9 | 6.75 |
| Mots cibles (toutes catégories, sauf articles, pronoms et certaines prépositions dépourvues d'un sens précis), dont: noms | 50<br>24 | 50<br>17 | 50<br>33 |
| verbes | 10 | 13 | 6 |
| adjectifs/participes | 9 | 6 | 3 |
| autres | 7 | 14 | 8 |
| Mots-cibles illustrés | 25 | 20 | 29 |
| Mots-cibles non illustrés | 25 | 30 | 21 |
| Mots-cibles illustrés: mots-cibles non illustrés | 1 | .67 | 1.38 |

Les trois textes, présentés aux lecteurs sous forme polycopiée (noir et blanc), étaient accompagnés d'illustrations dites complexes. De manière générale, il n'y avait qu'un recoupement partiel entre le texte et l'image, quelques illustrations comprenant des informations supplémentaires par rapport au texte (mots-cibles) et vice versa. Bien entendu, il n'y avait pas non plus de rapport bi-univoque entre les versions écrite et picturale des mots-cibles. Par conséquent, les lecteurs étaient placés dans une situation où ils devaient jouer un rôle actif dans la sélection des éléments picturaux pertinents pour la compréhension du texte lu[9].

## Plan d'expérience

Quatre (4) variables susceptibles d'influencer le score d'un lecteur ont été identifiées, à savoir texte (T1, T2, T3), version (V1, V2, V3), classe (C1 - C4) et individu, cette dernière variable étant cependant emboîtée dans le facteur "groupe" (A, B, C). La variable "version" comprenait trois (3) valeurs:

Version 3 (V3): texte et illustrations
(Les mots-cibles sont présentés en contexte linguistique et, dans le cas des mots-cibles illustrés, en contexte pictural.)

**Version 2 (V2):** texte seul
(Les mots-cibles - les mêmes que ceux de la version 3 - font partie d'un texte suivi mais dépourvu d'illustrations, les mots-cibles étant présentés en contexte linguistique seulement.)

**Version 1 (V1):** liste des mots-cibles
(Les mots-cibles sont présentés sous forme d'une simple liste de mots, hors de tout contexte linguistique ou pictural). Afin d'éviter de fournir au lecteur le moindre indice contextuel, les mots-cibles étaient présentés dans un ordre autre que celui du texte de lecture.

Les trois (3) groupes d'enfants A, B, C (voir "Sujets") ont lu les différentes versions des textes selon un schéma reppelant le carré latin:

**Tableau 4**

Schéma du plan expérimental

| | Version 1 | Version 2 | Version 3 |
|---|---|---|---|
| Texte 1 | A | B | C |
| Texte 2 | C | A | B |
| Texte 3 | B | C | A |

A la fin de l'expérimentation, les 84 enfants avaient lu chacun des trois (3) textes dans une version différente de sorte qu'aucun enfant n'avait lu plus d'une seule version d'un texte donné. Par exemple, les 28 enfants du groupe C ont d'abord lu la version 3 du texte 1, ensuite la version 1 du texte 2 et finalement la version 2 du texte 3.

## Procédure

Dans chacune des 4 classes, l'expérimentation proprement dite a nécessité 3 jours, soit un (1) jour par texte. Chaque journée d'expérimentation s'est déroulée en deux étapes:

- Dans un premier temps, les enfants devaient lire, individuellement, leur version du texte en silence. Aucune consigne se rapportant aux illustrations ne leur avait été

donnée. Il n'y avait aucune limite de temps. En général, les enfants avaient besoin de 10 à 20 minutes pour ce travail. Cette première étape de l'expérimentation s'est déroulée en même temps pour tous les enfants d'une classe donnée.

- A la deuxième phase de l'expérimentation, chaque enfant, seul avec l'expérimentateur (ordre aléatoire), lisait sa version du texte à voix haute. A l'aide d'une fiche de compilation pour chacun des trois (3) textes de lecture, l'expérimentateur notait si le lecteur savait identifier ou non les 30 mots-cibles du texte. Savoir identifier un mot, cela voulait dire connaître sa signification (tout au moins approximativement), un déchiffrage grapho-phonétique "mécanique" des mots n'étant pas considéré suffisant. Chaque fois que l'expérimentateur avait un doute raisonnable, il vérifiait la connaissance du mot-cible par le lecteur à l'aide de questions appropriées (Ex.: "Veux-tu faire une phrase avec le mot _____?"). Après un laps de temps d'approximativement cinq (5) secondes sans réponse de la part du lecteur, le mot-cible en question était considéré comme inconnu. L'expérimentateur ne fournissait aucune rétroaction verbale.

## RESULTATS

L'analyse statistique des données a été faite à partir d'un modèle linéaire global qui permet d'évaluer l'effet de différentes variables susceptibles d'influencer le score de réussite d'un individu. Le tableau 5 montre l'importance relative de ces variables, soit: le texte, la version du texte, l'interaction entre le texte et la version, la classe et, finalement, l'individu lui-même.

Tableau 5

Facteurs susceptibles d'influer sur l'identification des mots

| Source de variation | dl | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | PR > F | R- carré |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - texte | 2 | 7.67 | 3.83 | 0.16 | .8550 | |
| - version | 2 | 912.89 | 456.44 | 18.66 | .0001 | |
| - interaction texte et version | 4 | 191.09 | 47.77 | 1.95 | .1048 | |
| - classe | 3 | 1797.48 | 599.16 | 0.85 | .47 | |
| - individu (nom(gr)) | 80 | 56570.60 | 707.13 | 28.90 | .0001 | |
| MODELE | 91 | 61079.64 | 671.20 | 27.44 | .0001 | 0.94 |
| ERREUR | 160 | 3914.35 | 24.46 | | | |
| TOTAL | 251 | 64993.98 | | | | |

Seulement deux facteurs contribuent de manière significative ($p < .05$) à la variation des données, à savoir l'individu et la version, tandis que les facteurs "texte", "interaction entre le texte et la version" et "classe" n'ont pas d'effet significatif sur les résultats obtenus. Par ailleurs, comme le modèle tel que formulé explique 94% de la variance observée (R- carré), il apparaît tout à fait adéquat pour les fins de la présente étude.

Le facteur "version" ayant un effet significatif sur le score de réussite des lecteurs, une analyse plus détaillée des trois (3) versions a été faite:

Tableau 6a

Scores moyens de réussite (absolus et en %) sous trois (3) traitements

| | Version 1 | Version 2 | Version 3 |
|---|---|---|---|
| Moyenne<br>(en %) | 15.88<br>(31.76%) | 17.64<br>(35.28%) | 20.50<br>(41.00%) |
| Ecart-type | 14.41 | 16.71 | 16.87 |

Dans la version 1, les 84 lecteurs ont identifié en moyenne 15.88 (31.76%) des 50 mots-cibles présentés par texte. Lorsque ces mêmes mots-cibles ont été présentés en contexte linguistique sous forme d'un texte suivi (V2), les lecteurs ont identifié en moyenne 17.64 mots (35.28%). Finalement, lorsque les mots-cibles étaient présentés en contexte linguistique et pictural (V3), i.e. à l'intérieur d'un texte suivi qui était accompagné d'illustrations, les lecteurs ont identifié 20.50 mots (41%).

A partir du tableau 6a, on obtient les écarts suivants entre les versions V1 - V3:

Tableau 6b

Signification des écarts entre les trois (3) traitements d'après le test de Tukey

| | Version 1 | Version 2 | Version 3 |
|---|---|---|---|
| Version 1 | 0.0 | - 1.762 | - 4.619** |
| Version 2 | 1.762 | 0.0 | - 2.857** |
| Version 3 | 4.619 | 2.857** | 0.0 |

$p < .05$ (*) 1.81

$p < .01$ (**) 2.27

L'écart entre les versions 1 et 2 indique l'effet du contexte linguistique sur l'identification des mots-cibles, l'écart entre les versions 2 et 3 celui du contexte pictural.

Comme l'indique le tableau 6b, l'écart entre les versions 1 et 2 est proche du seuil de signification à 5% (1.762 comparativement à 1.81). Contrairement aux recherches mentionnées préalablement, la présente expérimentation ne permet donc pas de se prononcer de manière définitive sur l'effet dû au contexte linguistique. L'écart entre les versions 2 et 3 cependant s'avère très significatif ($p < .01$). Par ailleurs, la comparaison des deux écarts montre que le contexte pictural est supérieur au contexte linguistique. Ce résultat est d'autant plus intéressant étant donné le choix aléatoire des mots-cibles. Rappelons que les mots-cibles ont été sélectionnés indépendamment du fait qu'ils étaient illustrés ou non. Afin de pouvoir déterminer l'impact de l'illustration de la version 3 sur les mots réellement illustrés, l'écart entre les versions 2 et 3 a donc été calculé séparément pour les mots illustrés et non illustrés (voir tableau 7):

Tableau 7

Ecart moyen entre V3 et V2 (mots illustrés vs mots non illustrés)

| | illustrés | non illustrés |
|---|---|---|
| Nbre de mots-cibles (en %) | 69 (46.00%) | 81 (54.00%) |
| V3 - V2 | + 12.68% | - 0.1% |

La tâche de déterminer si un mot-cible était illustré ou non a été confiée à un juge-linguiste ignorant les résultats obtenus pour les versions 2 et 3. Ont été considérés illustrés tous les mots-cibles pour lesquels il était en mesure d'identifier, dans les illustrations complexes, un élément pictural correspondant. A cause d'une certaine ambiguité qui semble inhérente à toute illustration, si réaliste soit-elle, les éléments pictureux ne permettaient dans la plupart des cas d'identifier les mots-cibles qu'approximativement. Suivant ce critère, 69 (46.00%) des 150 mots-cibles étaient considérés comme étant illustrés, tandis que 81 mots-cibles (54.00%) étaient considérés non illustrés. Le tableau 7 indique que l'effet positif qu'engendre la version 3 est entièrement dû aux mots illustrés (+ 12.68%). Les mots-cibles non illustrés ne contribuent en rien à l'amélioration du score de réussite et n'ont pas été mieux reconnus dans la version 3 ( - 0.1%) que dans la version 2.

L'impact du contexte pictural et/ou linguistique est-il le même chez les lecteurs débutants forts et chez les lecteurs débutants faibles? Ou bien, les uns profiteraient-ils plus que les autres de la présence du contexte? En effet, plusieurs études ont montré que des lecteurs forts et faibles se distinguent, entre autres, dans la manière d'avoir recours au contexte linguistique (Golinkoff 1975-76). Les 84 lecteurs ayant participé à l'expérimentation ont donc été regroupés sur la base de leur score individuel global, les lecteurs faibles comprenant les 42 lecteurs en-dessous de la médiane, et les lecteurs forts les 42 lecteurs en-dessus de la médiane.

**Tableau 8a**

**Scores moyens de réussite (en %) sous trois (3) traitements pour les lecteurs forts et faibles**

| | Version 1 | Version 2 | Version 3 | Moyenne |
|---|---|---|---|---|
| Lecteurs faibles (N = 42) | 8.72% | 7.24% | 11.39% | 9.12% |
| Lecteurs forts (N = 42) | 54.81% | 63.29% | 70.62% | 60.01% |

D'après le tableau 8a, les lecteurs faibles ont identifié en moyenne 9.12% des 150 mots-cibles présentés dans les trois (3) versions, tandis que les lecteurs forts ont identifié en moyenne 62.01%. A première vue, la différence entre les deux moyennes peut sembler énorme. Rappelons donc que l'expérimentation a eu lieu au 3e mois de la première année du primaire, donc à un moment crucial pour le "déblocage" des enfants en lecture. A ce moment de l'année de nombreux enfants commencent à "savoir lire", du jour au lendemain dirait-on, à tel point qu'on trouve peu d'enfants à ce moment précis qui se situeraient "au bon milieu" (voir aussi l'écart-type élevé au tableau 6a). Le tableau 8b indique les écarts entre les trois (3) versions.

**Tableau 8b**

**Ecarts (en %) entre les scores moyens de réussite sous trois (3) traitements pour les lecteurs forts et faibles**

| | Ecart V2 - V1 (contexte linguistique) | Ecart V3 - V2 (contexte pictural) | Ecart V3 - V1 (contextes linguistique et pictural) |
|---|---|---|---|
| Lecteurs faibles (N = 42) | - 1.48% | + 4.15% | + 2.67% |
| Lecteurs forts (N = 42) | + 8.48% | + 7.33% | + 15.81% |

Notons d'abord que les résultats des tableaux 6a et 6b n'ont pu être validés statistiquement, les groupes A, B et C (voir "sujets") ayant été débalancés quant à la répartition des lecteurs forts et faibles. En effet, cette dernière variable ne faisait pas partie du plan expérimental. Ceci étant dit, les tableaux 6a et 6b peuvent néanmoins indiquer certaines tendances générales. Premièrement, il semble que le contexte linguistique n'a pas d'effet positif chez les lecteurs faibles. Le fait que les mots-cibles soient présentés à l'intérieur d'un texte suivi semble même rendre leur identification plus difficile. Ce ne sont que les bons lecteurs qui profitent de la présence du contexte linguistique. Deuxièmement, la présence du contexte pictural semble avoir un effet positif aussi bien chez les lecteurs faibles que chez les lecteurs forts.

## DISCUSSION

L'expérimentation a montré un effet significatif dû à la version ($F = 18.66, p < .0001$, cf. tableau 5), et plus particulièrement dû au contexte pictural (tableau 6b). Les circonstances dans lesquelles ce résultat a été obtenu méritent d'être soulignées. Parmi les recherches énumérées au tableau 1, seul dans Reinwein 1983 les mots-cibles ont été choisis de manière aléatoire et comprenaient à la fois des mots illustrés et des mots non illustrés. Il en va de même de la présente expérimentation. Une telle condition expérimentale permet mieux d'évaluer l'impact réel de l'illustration sur l'identification de mots dans des livres de lecture illustrés. Des mots-cibles qui ne sont pas pré-sélectionnés en fonction de l'illustration témoignent de manière bien plus objective de la pertinence et de la quantité des illustrations par rapport au texte. Aussi, cette procédure devrait faciliter les comparaisons entre différents textes illustrés. A cet égard, les tests à choix multiples - outil d'analyse répandu dans les études portant sur l'illustration - s'avèrent plus limitatifs, les résultats d'une recherche n'étant habituellement pas comparables à ceux d'une autre recherche.

Une analyse du comportement en lecture à haute voix basée sur le principe du choix aléatoire des mots-cibles pourrait nous fournir des résultats particulièrement révélateurs dans le cas des bandes dessinées. Les bandes dessinées, outil didactique de plus en plus populaire dans les premiers apprentissages en lecture, se caractérisent entre autres par un agencement intime entre le texte et l'image, entre les bulles (discours oral) et leur contexte situationnel reproduit par l'image. En plus, dans une bande dessinée, chaque image est précédée et/ou suivie par d'autres images de manière systématique. Ainsi, tout comme on parle de contexte linguistique en se référant aux mots qui précèdent ou suivent un mot donné, on peut parler dans le cas de la bande dessinée de contexte pictural en se référant aux illustrations (vignettes) qui précèdent ou suivent une illustration (vignette) donnée. Ce caractère systématiquement séquentiel des images augmente d'ailleurs considérablement la puissance explicative de l'image et lui enlève beaucoup de l'ambiguité qu'elle aurait en dehors de ce contexte pictural.

Tout comme l'analyse de la lecture à haute voix à partir de mots-cibles choisis aléatoirement, le test de closure s'avère un autre moyen d'évaluation. Il suffit de présenter à des lecteurs une version illustrée ou non illustrée d'un même texte troué et calculer ensuite l'écart entre les deux versions qui indique l'importance relative du

support pictural pour le texte donné. C'est ce qui a été fait dans une autre expérimentation auprès de 232 enfants de 3e année (Reinwein: L'effet de l'illustration mesuré à l'aide du test de closure. En prép.). Les enfants avaient à compléter deux textes comprenant au total 60 trous. Les textes étaient présentés tantôt accompagnés d'illustrations complexes, tantôt seuls. Le contexte pictural y produisait un effet significatif.

D'après le tableau 7, l'effet du contexte pictural est entièrement dû aux mots-cibles illustrés de sorte que seuls les mots réellement illustrés (de manière approximative, au moins) ont contribué à l'amélioration du score de réussite. Si on étend la distinction qu'on fait quelquefois en lecture entre compréhension littérale (i.e. compréhension d'informations explicitement formulées dans un texte) et compréhension inférentielle (i.e. compréhension d'informations comprises de manière implicite dans un texte) au-delà de son champ d'application traditionnel et si on l'applique également au code pictural, on constate l'absence de toute inférence picturale. En effet, les mots non illustrés n'ont pas profité, de manière indirecte, de la présence de l'illustration, les mots non illustrés n'ayant pas été mieux reconnus dans la version 3 que dans la version 2.

Rappelons ici une autre expérimentation dans laquelle le rappel de mots illustrés/illustrables a été comparé à celui de mots non illustrés/non illustrables. Rusted & Coltheart 1979 ont présenté à 72 enfants (âge moyen: 10 ans) six passages décrivant chacun six traits d'un animal. Quatre des six traits étaient des traits physiques faciles à illustrer ("pictorial features") et deux traits n'étaient pas illustrés/illustrables ("nonpictorial features"). Les enfants lisaient trois passages en présence de l'illustration, et trois passages sans l'illustration. Rusted & Coltheart 1979 (1ère expérimentation) mentionnent que

> "In immediate recall, a significantly greater proportion of nonpictorial features were recalled by both good and poor readers $F(1,68) = 44.83$, $p < .001$). There was no significant difference in the proportion of pictorial and nonpictorial features recalled in delayed recall" (p. 355).

Il est surprenant cependant que, en rappel immédiat, sensiblement la même supériorité des mots (traits) non pictureux sur les mots (traits) pictureux se manifeste tant dans la version illustrée (0.60 vs 0.48) que dans la version non illustrée (0.54 vs 0.44). Si la supériorité des mots non pictureux sur les mots pictureux était réellement fonction de la présence de l'illustration accompagnant les passages écrits, on s'attendrait à ce que cette supériorité soit limitée à la version illustrée. Mais ceci n'est pas le cas.

Notons finalement que les résultats des tableaux 8a et 8b viennent confirmer les résultats rapportés par Bluth 1972 concernant les stratégies contextuelles des lecteurs forts et faibles. Dans une expérimentation auprès de 60 enfants de 2e année du primaire classés bons lecteurs (stanine 7, 8 ou 9) ou lecteurs faibles (stanine 1, 2 ou 3), Bluth 1972 a analysé l'effet de l'illustration sur la compréhension mesurée à l'aide du test de closure. Les bons lecteurs ont un score de réussite de 12.33 en l'absence de l'illustration, et un score de 16.18 en présence de celle-ci, l'écart entre les deux scores

étant très significatif ($p < .0001$). Dans le cas des lecteurs faibles, les scores correspondants sont 4.48 et 5.58, l'écart entre les deux scores n'étant significatif qu'à 5%.

## NOTES

1) La recherche décrite dans le présent article a pu être effectuée grâce à des subventions accordées par l'Université du Québec à Montréal (PAFACC) et par le Ministère de l'Éducation du Québec (PPMF).

2) Même Levie & Lentz 1982 - auteurs de la revue la plus exhaustive à ce jour des recherches expérimentales portant sur l'illustration - ne semblent pas vouloir contester la validité des recherches de Samuels. Ceci est d'autant plus surprenant que la très grande majorité des recherches qu'ils rapportent témoigne de l'impact positif de l'illustration.

3) Dans Samuels 1967, les termes "acquisition trial" et "test trial" comprennent une séquence de quatre essais, chacun des quatre mots étant présenté une (1) fois. Pour Montare, Elman & Cohen 1977, ces mêmes termes désignent tout essai correspondant à un (1) mot: "Throughout the experiment, each acquisition trial was alternated with a test trial on the same word" (p. 273). Ce type d'alternance dans l'expérimentation de Montare, Elman & Cohen 1977 avait comme conséquence que le mot présenté en post-test était toujours identique à celui qu'on venait de présenter au lecteur, quelques secondes avant, en phase d'acquisition. Ceci explique le fait que les scores obtenus par Montare, Elman & Cohen 1977 en post-test ne soient inférieurs que minimement à ceux obtenus en phase d'acquisition (dans le cas du groupe sans images, c'était même l'inverse).

4) Le texte T1 s'est distingué quelque peu des deux autres par le type d'agencement entre l'illustration et le texte: il comprenait plus d'illustrations, mais par ailleurs des illustrations de complexité moindre. Néanmoins, l'analyse de la variance n'a pas révélé d'écart significatif entre les textes ($df = 2, F = 18.66, p > .8550$).

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes ont contribué à la présente version de l'article. Parmi eux, je tiens à remercier plus particulièrement Alain Latour (Service de consultation en analyse des données) pour la programmation et la validation statistique des données; Huguette Maisonneuve (codification des données) et Alain Paquette (expérimentation en classe).

BIBLIOGRAPHIE

Allington, R. L. & McGill-Franzen, A.: Word identification errors in isolation and in context: Apples vs oranges. Reading Teacher, 1980, 33 (7), 795-800.

Arlin, M., Scott, M. & Webster J.: The effects of pictures on rate of learning sight words: A critique of the focal attention hypothesis. Reading Research Quarterly, 1978-79, 14 (4), 645-660.

Arlin, M.: A response to Harry Singer. Reading Research Quarterly, 1980, 15 (4), 550-556.

Biemiller, A.: The development of the use of graphic and contextual information as children learn to read. Reading Research Quarterly, 1970, 6 (1), 75-96.

Bluth, Linda F.: A comparison of the reading comprehension of good and poor readers in the second grade with and without illustration. Thèse de doctorat, University of Illinois, 1972.

Ciesielski, R. & Reinwein, J.: Les apprentis 2, lecture 1. Montréal: Etudes Vivantes, 1983.

Ciesielski, R. & Reinwein, J.: Les apprentis 2, lecture 2. Montréal: Etudes Vivantes, 1983.

Concannon, S. J.: Illustrations in books for children: Review of research. Reading Teacher, 1975, 29, 254-256.

Dansat- Léger, J.: L'enfant et les images de la littérature enfantine. Bruxelles: Mardaga, 1980.

Denburg, S.D.: The interaction of picture and print instruction. Reading Research Quarterly, 1976-77, 12 (2), 176-189.

Donald, D. R.: Effects of illustrations on early oral reading accuracy, strategies and comprehension. British Journal of Educational Psychology, 1979, 49, 282-289.

Donald, D.R.: The use and value of illustrations as contextual information for readers at different progress and developmental levels. British Journal of Educational Psychology, 1983, 53 (2), 175-185.

Ehri, L. C. & Wilce L. S.: Do beginners learn to read function words better in sentences or in lists?. Reading Research Quarterly, 1980, 15 (4), 451-477.

Etudes de linguistique appliquée, janvier - mars 1975, Nouvelle série no. 17 (no. entièrement consacré à l'image en didactique des langues).

Golinkoff, R. M.: A comparison of comprehension processes in good and poor comprehenders. Reading Research Quarterly, 1975-76, 11 (4), 623-659.

Goodman, K. S.: A linguistic study of cues ans miscues in reading. Elementary English, 1965, 42, 639-643.

Hartley, R. N.: Effects of list types and cues on the learning of word lists. Reading Research Quarterly, 1970, 6 (1), 97-121.

Hersom, P. Lee, J. & T. R. Miles: The effects of pictures on learning to read. British Journal of Educational Psychology, 1976, 46, 318-322.

Hayes, D. A. & Readence, J. E.: Transfer of learning from illustration-dependent text. Journal of Educational Research, 1983, 76 (4), 245-248.

Kiraly, J. jr. & Furlong A.: Teaching words to kindergarten children with picture, configuration and initial sound cues in a prompting procedure. Journal of Educational Research, 1974, 67, 295-298.

Kruger Ude, Carol: The effect over time of pictures on the acquisition of similar and dissimilar sight words by prereaders. Thèse de doctorat, Emory University, 1977.

Lang, R. J. & Soiman, R. T.: Effect of pictures on learning to read common nouns. British Journal of Educational Psychology, 1979, 49, 138-149.

Levie, W. h. & Lentz, R.: Effects of texts illustrations: A review of research. Educational Communication and Technology Journal, 1982, 30 (4), 195-233.

Montero, A., Elman, E. & Cohen, J.: Words and pictures: A test of Samuels' findings. Journal of Reading Behavior, 1977, 9, 269-285.

Negin, G. A.: Students abilities to recognize words in isolation and in context. Reading Improvement, 1981, 18 (1), 73-80.

Newton, L. D.: The effect of illustrations on the readability of some junior school textbooks. Reading, 1983, 17, 43-54.

Olilla, L. O. & Olson, J. H.: The effect on learning rate of pictures and realia in the presentation of words to kindergarteners. Journal of Educational Research, 1972, 65, 312-314.

Potter, F.: The use of the longuistic context; Do good and poor readers use different strategies?. British Journal of Educational Psychology, 1982, 52, 16-23.

Rankin, E. F. & Culhane, J. W.: One picture equals 1000 words?. Reading Improvement, 1970, 7 (2), 37-40.

Readence, J. E. & Moore, D. W.: A meta-analytic review of the effect of adjunct pictures on reading comprehension. Psychology in the Schools, 1981, 18, 218-224.

Reid, D. J., Briggs, N. & Beveridge, M.: The effect of picture upon the readability of a school Science topic. British Journal of Educational Psychology, 1983, 53, 327-335.

Reinwein, J.: Le rôle du contexte dans les premiers apprentissages en lecture. Québec français, 1983, 52, 74-76.

Reinwein, J.: Une image vaut-elle mille mots? - Typologie des rapports entre texte de lecture et illustration. Québec français, 1985, DEC.

Rice, D. R. & Doan, R. L.: The effects of pictures on reading comprehension, speed and interest of second grade students. Reading Improvement, 1981, 18 (4), 308-312.

Rusted, J. & Coltheart, V.: The effect of pictures on the retention of novel words and prose passages. Journal of Experimental Child Psychology, 1979, 28, 516-524.

Samuels, S. J.: Attentional processes in reading: The effect of pictures on acquisition of reading responses. Journal of Educational Psychology, 1967, 58, 337-342.

Samuels, S. J.: Can pictures distract students from the printed word: A rebuttal. Journal of Reading Behavior, 1977, 9, 361-364.

Samuels, S. J.: Effects of pictures on learning to read, comprehension and attitudes. Review of Educational Research, 1970, 40, 397-407.

Schallert, D. L.: The role of illustrations in reading comprehension. Spiro, R. J., Bruce, B. C. & Brewer, W. F. (Eds): Theoretical issues in reading comprehension. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1980.

Singer, H., Samuels, S. J. & Spiroff, J.: The effects of pictures and contextual conditions on learning responses to printed words. Reading Research Quarterly, 1973-74, 9 (4), 555-567.

Singer, H.: Sight word learning with and without pictures: A critique of Arlin, Scott & Webster's research. Reading Research Quarterly, 1980, 15 (2), 290-298.

Weber, R.: The study of oral reading errors: A survey of the litterature. Reading Research Quarterly, 1968, 4 (1), 96-119.

Wilgosh, L.: Effects of labels on memory for pictures in four-year-old children. Journal of Educational Psychology, 1975, 67 (3), 375-379.

Willows, D. M.: Individual differences in distraction by pictures in a reading situation. Journal of Educational Psychology, 1978, 70 (5), 837-847.

Willows, D. M.: A picture is not always worth a thousand words: Pictures as distractors in reading. Journal of Educational Psychology, 1978, 70 (2), 255-262.

# Emprunts stylistiques et graphisme enfantin: repérage de six emprunts stylistiques dans des dessins d'enfants de 2e, 3e, 4e année (7-8 ans à 9-10 ans)

par Jacques-Albert Wallot
Département d'Arts plastiques
Université du Québec à Montréal

Séminaire sur la Représentation
4 octobre 1985 - n°, 3

Note: Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR.

Le présent exposé veut s'inscrire dans la problématique générale du CIRADE concernant la représentation "externe" et dans la problématique plus particulière du recours au code pictural comme support à l'apprentissage.

Ma recherche s'intéresse plus spécifiquement à la frontière entre le dessin spontané et le dessin appris chez les enfants. Elle s'intéresse à ces emprunts formels qui se greffent progressivement au dessin spontané, à partir de la 3e année du primaire.

On me permettra de rappeler que même si depuis dix ans, diverses études américaines se sont intéressées au copiage dans les dessins d'enfants, il semble bien exister une forme de dessin spontané se développant naturellement d'âge en âge chez tous les enfants; ce point de vue étant supporté par une littérature plus qu'abondante et que plusieurs connaissent bien.

Cette forme de dessin coexiste par ailleurs fort bien avec le dessin dit de "copiage". Nancy Smith[1], citant une étude de Lopate, explique que des enfants de six à neuf ans, participant à une expérience de bandes dessinées sur une période d'un an, ont produit des dessins qui, pour la plupart, "were composed of baseline spaces, schematic figures and static poses typical of the drawings of children 6 to 9 years of age". Dans l'enseignement des arts au primaire, le geste pédagogique du professeur d'art est toujours conditionné par le respect de cette imagerie naturelle et spontanée chez les enfants. Cependant, le problème du copiage et celui des emprunts stylistiques n'ont pas vraiment été pris en compte par les programmes d'enseignement des arts au primaire.

Plus récemment, la notion habituelle de dessin spontané (expression souvent utilisée de manière interchangeable avec celle d'art enfantin)[2] a été quelque peu rétrécie. Ainsi pour Efland, "Child Art is a spontaneous, unsupervised form of graphic expression usually done outside of school by children for their own satisfaction"[3]. Pour lui, le "spontaneous art" se distingue quelque peu du "School art" qui serait davantage institutionalisé.

L'expérimentation à laquelle je me réfère ici se situe dans un cadre scolaire mais également dans une perspective expressive d'art enfantin. Les dessins d'enfants obtenus ont été produits dans une école primaire.

Pour chaque expérimentation, les enfants se sont vus proposer un thème et des outils graphiques associés à des procédés d'expression directs. Il y eut absence d'intervention subséquente auprès des enfants.

Essayer d'identifier dans des dessins d'enfants des emprunts stylistiques concrets mais non spécifiques à une image complète et particulière comme le personnage Lucky Luke, Achille Talon, etc... implique plutôt de repérer des emprunts appartenants à des codes plus généraux.

Si Gombrich[4] a expliqué comment dans les arts visuels la ressemblance était basée sur des conventions et plus précisément comment elle se transposait à la bande dessinée par abréviations stylistiques, c'est peut-être à Guy Gauthier[5] qu'il faudrait également emprunter pour classifier quelques emprunts ou motifs formels facilement identifiables et qui appartiennent clairement aux codes de la bande dessinée.

Ces codes, tantôt de ressemblance, tantôt de suppléance, ce sont ces règles sous-entendues qui régissent la transposition dans une représentation graphique soit d'éléments visuels observés, soit de phénomènes n'ayant pas d'équivalent graphique immédiat comme la musique, la vitesse, le mouvement, la lumière, etc... Il s'agit bien ici de codes généralement attribués à la bande dessinée mais qui découlent indirectement de conventions picturales appartenant généralement à la peinture. Les ballons que l'on retrouve dans la bande dessinée viennent peut-être du Tableau d'autel de Simone Martini et Lippo Memmi peint pour la cathédrale de Sienne en 1333 et intitulé "L'Annonciation".

Pour Gombrich en outre, "Il fallut toute l'imagination et l'habileté technique d'un Velasquez pour découvrir le moyen de suggérer le mouvement par cet 'éclat incertain' dans le cercle du rouet du tableau Les fileuses (vers 1660), qui paraît saisir ce que l'on nomme 'l'effet stroboscopique', le sillage indistinct que laisse dans le champ de vision le passage d'un objet en mouvement."[4]

La suggestion de cet effet, ajoute-t-il "fait désormais partie du vocabulaire courant du dessinateur de bandes comiques ou de dessins animés".[4]

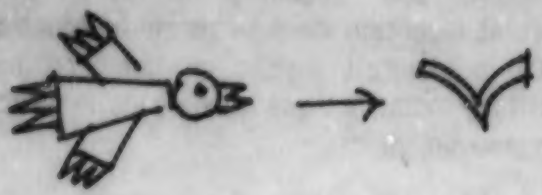
Aux fins de la présente étude, je me suis intéressé à la présence de 6 motifs formels dans des dessins d'enfants de 2e, 3e et 4e année d'une école appartenant à une commission scolaire de l'île de Montréal.[6] Ces motifs sont les suivants,

1- Les soleils anthropomorphisés,
2- Les oiseaux en "V",
3- La transparence d'une vitre,
4- La brillance de la lumière,
5- Les lignes de vitesse,
6- La musique et les onomatopées.

Ces motifs ont été relevés à travers cinq thèmes appropriés soumis aux enfants et à travers des procédés d'expression assez directs. Le tout se situe toutefois dans un cadre scolaire rappelons le, et la notion de dessin spontané utilisée ici se situe dans ce contexte.

## 1. LES DEUX PREMIERS MOTIFS

Les deux premiers motifs formels relevés ici sont les motifs de soleils anthropomorphisés et d'oiseaux en "V", lesquels sont des motifs de ressemblance. Ces deux motifs présentent un intérêt réel pour les enseignants en art car ils sont le plus souvent considérés comme des stéréotypes formels pauvres... des clichés... On se souvient des recherches d'Irène Russell et Blanche Waugaman (1949)[7] qui expliquaient que les schémas enfantins d'oiseaux, après confrontation des enfants avec des cahiers d'exercices et des cahiers à colorier, allaient dans le sens d'un appauvrissement formel.



Le croquis précédent schématise la transformation décrite dans ces recherches de Waugaman et Russell. Le schéma de gauche fait voir une représentation plus complexe, typique de la représentation enfantine tandis que celui de droite fait voir une image considérée comme appauvrie.

Je crois qu'il serait plus approprié de qualifier le deuxième motif d'emprunt stylistique ou de motif appris. Les oiseaux vus de loin offrent une configuration qui ressemble à celle de "V". En outre, les illustrations graphiques représentent souvent les oiseaux vus de loin par l'image du "V". Il m'apparaît exagéré de parler de cliché à propos de ce motif appris. Quant à la question des stéréotypes ouverts versus stéréotypes fermés, elle renvoie à une discussion qui déborde le cadre du présent texte.

Les soleils anthropomorphisés présentent un intérêt réel eux aussi mais pour une raison différente; leur statut n'est pas clair. On ne sait pas très bien en effet s'ils relèvent de l'archétype ou du motif appris. Les schémas du personnage si typiques du début du réalisme intellectuel ou du pré-schématisme ont une parenté visuelle réelle avec les soleils anthropomorphisés.

De même, les quarts de soleils relèvent peut-être tout autant des codes appris que des images archétypales, comme s'il s'agissait d'une portion de Mandala.

Cependant, les soleils anthropomorphisés sont souvent considérés eux aussi comme des clichés, des stéréotypes pauvres qu'on retrouve trop souvent dans les dessins d'enfants et qui renvoient aux affreux soleils souriants des cahiers à colorier. Pourtant le processus de re-symbolisation trop méconnu dans les dessins d'enfants et qui consiste à dessiner des soleils-visages, des visages-fleurs, des soleils-fleurs etc... donne à la lecture de ce deuxième motif un statut d'autant plus ambivalent.

Pour relever la présence de ces deux motifs, j'ai eu recours à une même proposition thématique pour les 3e, 4e et 5e année. Le support utilisé était du carton bristol couleur, grand format, et le médium était la gouache en pastille. Si j'ai des réserves à postériori sur le choix du médium et du support, il faut comprendre que dans un cadre scolaire, il me fallait à travers cinq interventions varier un peu les moyens d'expression plastique. La proposition thématique était la suivante: "En venant à l'école ce matin, vous avez remarqué qu'il faisait soleil, que le ciel était très bleu et que la neige était blanche... qu'avez-vous vu ce matin?"

Pour l'apparition de ces deux motifs; j'ai relevé les nombres absolus et pourcentages relatifs suivants.

OISEAUX EN "V"

| | Absence | Présence |
|---|---|---|
| 2e année | 12/20 | 18/20 ou 60% |
| 3e année | 23/26 | 3/26 ou 11% |
| 4e année | 20/26 | 6/26 ou 24% |

SOLEILS ANTHROPOMORPHISES

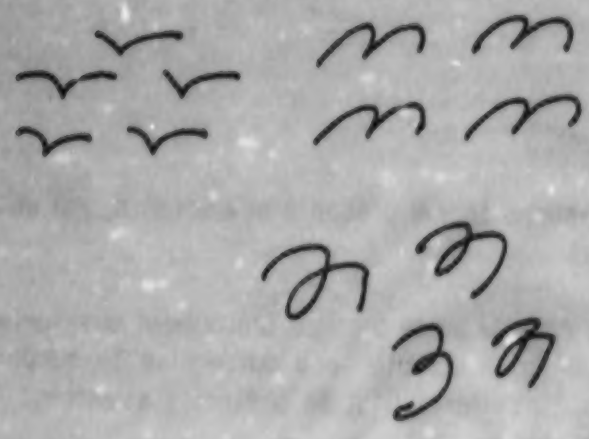
| | Absence | Présence |
|---|---|---|
| 2e année | 12/20 | 18/20 ou 60% |
| 3e année | 16/26 | 10/26 ou 38% |
| 4e année | 18/26 | 8/26 ou 30% |

N.B.: Aux fins de la présente, il m'a semblé plus important de faire voir les centrations au niveau des pourcentages relatifs et de comprendre des stratégies de représentation des enfants que de chercher à valider statistiquement une hypothèse spécifique.

Ces deux tableaux permettent de voir que ces deux motifs appris tendent à disparaître avec l'âge même si, dans l'expérimentation précitée, le recours à la gouache a peut-être contribué à atténuer considérablement la présence de ces emprunts stylistiques. Cependant, dans le cas des oiseaux en "V", l'expérience permet de penser que ceux-ci pourraient résulter d'un geste, d'une ligne bouclée... en fait, ces oiseaux en "V" sont souvent des oiseaux en "M". S'agirait-il d'un relent du griffonnage contrôlé et associé au geste tout comme les soleils anthropomorphisés ne pourraient-ils constituer qu'un relent de "pré-schématisme".

Dans l'expérimentation décrite, j'ai comptabilisé dans "oiseaux en V" des signes qui représentent apparemment des oiseaux mais dont la configuration va dans le sens d'un "V" allongé, ce qui fait qu'on ne sait plus très bien s'il s'agit d'un "V" ou d'un "M" minuscule. Je crois qu'il faudrait traiter de cette question particulière dans un texte séparé.

VARIANTES DE MOTIFS D'OISEAUX EN "V"



Dans les expérimentations subséquentes, j'ai essayé de voir comment apparaissent les motifs indiquant le bruit, la transparence, la brillance. Il s'agit bien, dans ces cas, d'emprunts stylistiques associés aux "codes de suppléance".

## 2. UN MOTIF INEXISTANT: les lignes de transparence

Un deuxième thème a ensuite été proposé aux enfants avec cette fois le recours aux crayons feutre sur papier tactile 12" X 18". Le crayon feutre constitue à la fois un matériau noble, typique de l'atelier d'art à l'école, donc du "School art" et un outil d'expression graphique très précis et assez proche de la bande dessinée. Le crayon feutre est utilisé également à la maison par les enfants et constitue aussi un support naturel à leur expression graphique spontanée des enfants. Ce thème était le suivant... "Si je regarde à travers la vitre de votre chambre... qu'est-ce que je vois?" Le tableau suivant permet de voir que le recours au motif des lignes obliques (//////) comme on l'observe dans la bande dessinée est à peu près inexistant.

LIGNES OBLIQUES DE TRANSPARENCE

| | Absence | Présence | % |
|---|---|---|---|
| 2e année | 20 | 0 | 0% |
| 3e année | 23 | 3 | 11.8% |
| 4e année | 25 | 2 | 7.4% |

## 3. MOTIF DE BRILLANCE

Pour le troisième thème présenté aux enfants, j'ai eu recours à la craie de cire.

La craie de cire se prête bien au traitement des surfaces et de la transparence certes mais compte tenu du format du support, le papier cartouche 12" par 18", celle-ci peut se prêter relativement facilement à des traitements graphiques.

La proposition thématique en était une d'autoportrait au moment du lever... "je me réveille, j'allume la lumière de ma chambre... et puis je me lève". Le motif de brillance est quant à lui présent dans les dessins et son apparition augmente avec l'âge des enfants.

MOTIF DE BRILLANCE

| | Absence | Présence | % de présence |
|---|---|---|---|
| 2e année | 12 | 10 | 45% |
| 3e année | 13 | 13 | 50% |
| 4e année | 12 | 15 | 55% |

## 4. LA MUSIQUE ET LES ONOMATOPEES

Le thème suivant qui fut proposé aux élèves en était encore un d'autoportrait "alors que vous jouez de votre instrument préféré". Le médium utilisé cette fois était le fusain... je voulais atténuer le recours trop immédiat au motif du son. Un très court exercice d'exploration fut proposé aux enfants en rapport avec l'usage du fusain. Une petite feuille fut distribuée aux enfants. Ils la plièrent en trois selon les instructions, il leur fut demandé d'obtenir trois sortes de gris, un gris pâle, un gris moyen et un gris foncé. Ensuite, ils purent réaliser un dessin à partir de la proposition thématique. Le motif de notes de musique se révéla très présent.

NOTES DE MUSIQUE

| | Absence | Présence | % de présence |
|---|---|---|---|
| 2e année | 12 | 10 | 44% |
| 3e année | 5 | 21 | 84% |
| 4e année | 10 | 13 | 26% |

On voit bien que l'incitation à réaliser une image avec des valeurs de gris, donc plus analogique et moins digitale, n'a pas découragé des enfants d'avoir recours à un emprunt stylistique lui-même très graphique et qu'on retrouve très fréquemment dans la bande dessinée.

## 5. LES LIGNES DE VITESSE

Une dernière expérience a ensuite été tentée auprès des enfants et avec le thème suivant: "votre portrait alors que vous lancez un ballon". Je

voulais relever la présence du motif de ligne de vitesse ( ) dans le dessin. Il n'existe que des dessins de 3e et 4e année pour cette expérience. Les résultats me semblent quand même caractérisés; inexistance totale de ce phénomène en 3e année mais présence sensible en 4e année.

LIGNES DE MOUVEMENT/VITESSE

| | Absence | Présence | % de présence |
|---|---|---|---|
| 3e année | 26 | 0 | 0% |
| 4e année | 20 | 7 | 26% |

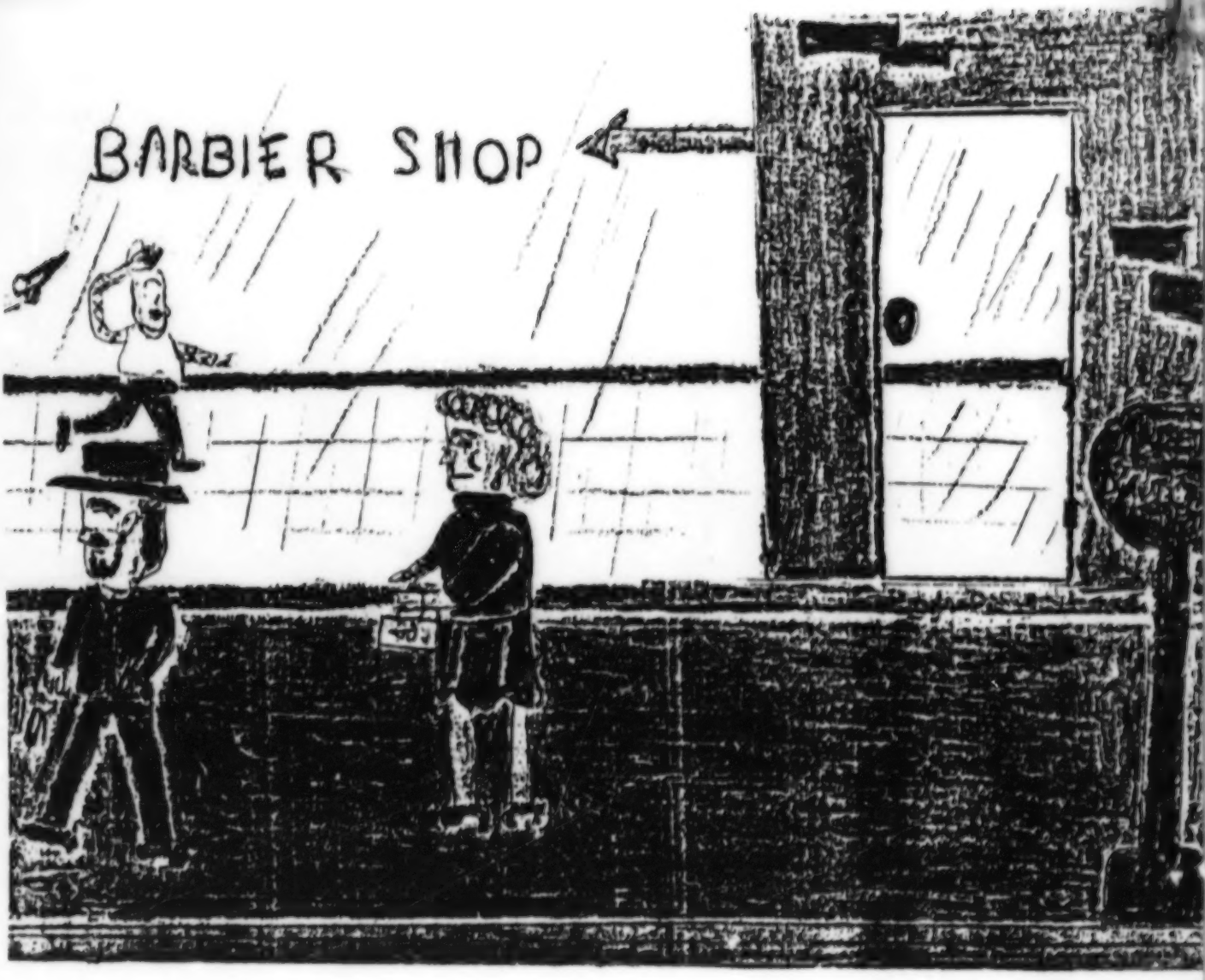
Dans ce dernier cas toutefois, le recours au pastel à l'huile ne favorisa pas nécessairement l'apparition de ce motif. En outre, deux dessins de troisième année font voir une ligne pointillée indiquant apparemment une trajectoire.

Les études que je connais et qui se réfèrent au copiage et/ou aux influences imagiaires dans les dessins d'enfants ne me semblent pas avoir traité de la présence de motifs spécifiques traitant du mouvement. Les professeurs d'art connaissent bien les écrits de David Pariser, ceux de Brent et Marjoric Wilson[8] et de Nancy Smith sur cette question.

Certes, il est connu depuis très longtemps que le mouvement comme la proportion, apparaît en même temps que la superposition et la perspective dans les dessins d'enfants de huit ou neuf ans. Toutefois, le mouvement ainsi exprimé l'est plutôt par l'assouplissement du schéma personnage, par le geste traduit et par l'importance accordée aux articulations, coudes et genoux.[9] Tandis que le recours aux lignes de vitesse ou à d'autres artifices graphiques semble avoir été laissé pour compte par ces auteurs.

## EXEMPLES DE DEMEURE D'ENFANTS

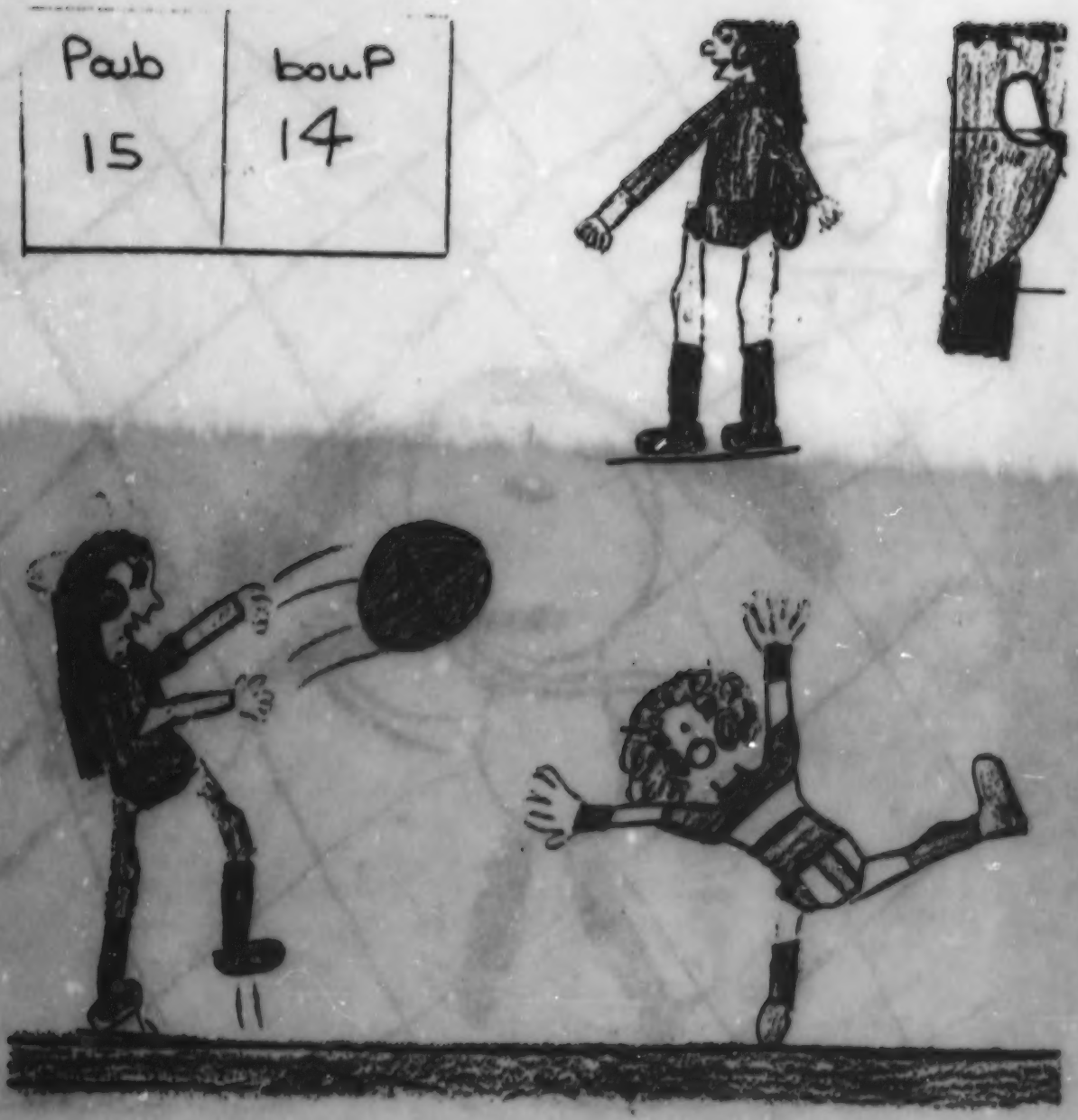
## OÙ APPARAISSENT DES MOTIFS FORMELS



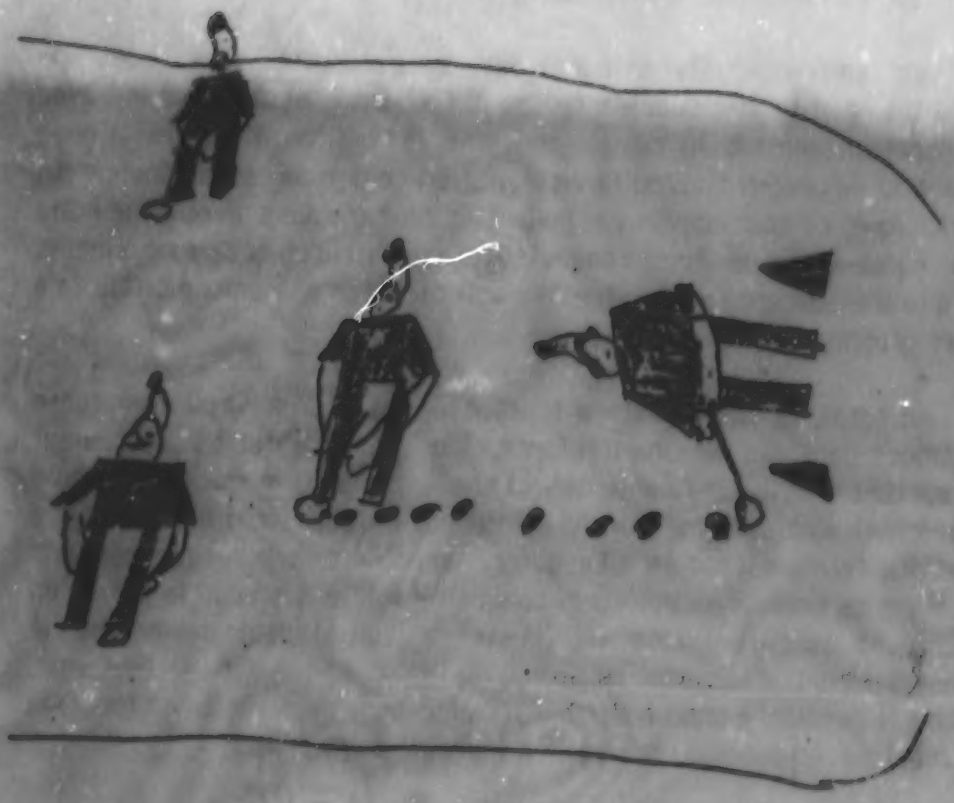

Ci-dessus, transparence d'une vitre telle que rendue par un élève de 4e année.

La musique... telle que rendue par un élève de 3e année.

| Paub | boup |
| --- | --- |
| 15 | 14 |



**La vitesse et le mouvement tels qu'exprimés par un élève de 4e année.**



Lignes de trajectoire rendues par un élève de 3e année.

## CONCLUSION

Le relevé de six emprunts stylistiques identifiés comme appartenant aux codes de la bande dessinée dans la représentation graphique enfantine s'est faite à travers cinq thèmes différents et avec des moyens d'expression graphique variés.

Les résultats énumérés ici permettent de penser que les deux premiers emprunts stylistiques; "soleil anthropomorphisés" et "oiseaux en V" sont des motifs formels d'enfance qui tendent à disparaître avec l'âge et qui relèvent peut-être autant du graphisme archétypal typiquement enfantin que de l'emprunt formel comme tel.

Les emprunts stylistiques qui s'apparentent aux codes de représentation dits de "suppléance" sont fréquents et augmentent avec l'âge; particulièrement en ce qui concerne la "brillance" et les "lignes indiquant le mouvement et/ou la vitesse". En ce qui concerne l'indication de la musique, ce code appris est peut-être plus fréquent avec l'âge mais tend à régresser en 4e année comme s'il s'agissait d'un code trop simple. Quant à la transparence de la vitre, il s'agit bien d'un phénomène difficile à traduire graphiquement.

Au total, ce court texte a tenté d'identifier six types d'emprunts stylistiques dans des dessins d'enfants. Les expérimentations pourraient être reprises dans divers contextes. Dans le contexte auquel je me suis référé ici, il s'agissait de consignes thématiques susceptibles d'induire les motifs formels étudiés. En outre, le recours à certains médiums picturaux plus près de la peinture, comme ce fut le cas pour le thème un (gouache) et avec le thème six (pastel à l'huile) peut avoir modifié considérablement le résultat au niveau de la représentation. Il faut voir, comment le recours à chacun des motifs ci-dessus peut varier en fonction de la consigne, en fonction de l'âge, en fonction du médium.

1) Nancy Smith, "Copying and Artistic Behavior", Studies in Art Education, Vol. 26, no 3, 1985.

2) Encore que la notion d'art enfantin a suscité un débat très riche dans le milieu de l'enseignement des arts.

3) Arthur Efland, "School Art: A functional Analysis", Studies in Art Education, Vol. 17, no 2, 1976, p. 37.

4) E. H. Gombrich, l'Art et l'illusion, Gallimard, 1971.

5) Guy Gauthier, Les codes de la bande dessinée (diapositives) Paris: Ligne Française de l'Enseignement, 1966.

6) Ecole Saint-Marcel, C.S. Jérôme LeRoyer.

7) Irène Russel; Blanche Wangannan, EAEA Bulletin, 1952, Vol. 3, no 2.

8) Brent Wilson; Marjorie Wilson, "An Iconoclastic View of the Imaginary Sources of Childrens' Drawings" Art Education, Janvier, 1976.

9) Viktor Lowenfeld et Lambert Brittain, Creative and Mental Growth, MacMillan, 6th ed., 1982.

# Apport des représentations dans l'apprentissage de concepts arithmétiques impliquant du dynamisme: les opérations dans le sens reconstruction d'une tranformation

par Nadine Bednarz
et Bernadette Dufour-Janvier
CIRADE

Séminaire sur la Représentation
4 octobre 1985 - n°, 4

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

## INTRODUCTION

## LE ROLE DE LA REPRESENTATION[1] DANS LE DEVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES MATHEMATIQUES

L'histoire des mathématiques nous révèle le rôle fondamental joué par la représentation[1] dans le développement des connaissances mathématiques. Une analyse de l'évolution de concepts fondamentaux à travers l'histoire nous montre en effet que les représentations se sont avérées un support à la construction des concepts, évoluant de concert avec ceux-ci.

Ainsi l'histoire de la numération [13] illustre le fait que des systèmes de représentation du nombre de plus en plus opérants ont été élaborés progressivement en réponse à de véritables besoins de communication d'information sur des grandes collections et de traitement de celles-ci; ce développement témoigne d'une compréhension de plus en plus profonde du concept de nombre. Le symbolisme algébrique est un autre exemple qui illustre ce rôle fondamental joué par la représentation dans le développement des concepts mathématiques. En effet, il a permis de dépasser des limites que le traitement géométrique de problèmes utilisé jusqu'alors n'avait pu surmonter. Ce symbolisme a contribué au développement d'un champ nouveau des mathématiques.

Ces deux exemples, qui ne sont pas des cas isolés, permettent de mettre en évidence deux points importants en ce qui concerne les représentations.

- elles se sont souvent développées en réponse à de véritables besoins,

- leur évolution témoigne d'une compréhension de plus en plus profonde des concepts auxquels elles renvoient.

L'analyse historique nous révèle donc la place importante qu'occupe la représentation dans la conceptualisation. Elle intervient dans la construction même du concept, évoluant de concert avec celui-ci.

1- Le mot représentation réfère ici à représentation externe, c'est-à-dire à une organisation de nature symbolique (schèmes, diagrammes, illustrations, symboles...) qui renvoie à des réalités autres. Nous sommes ici dans le domaine des signifiants par rapport à des signifiés.

Nos recherches actuelles et passées vont dans le même sens. En particulier, lors d'une recherche passée sur la numération, nous avons organisé un apprentissage suscitant un recours à des représentations, faisant en sorte que l'enfant construise progressivement un système de représentation du nombre significatif et opérant [1]. Cette recherche nous a convaincues que pour faire en sorte que les enfants s'approprient un concept, on a intérêt à s'appuyer davantage sur les représentations qu'ils ont eux-mêmes développées. Ceci implique cependant à la base une meilleure connaissance de ces représentations et de la façon dont elles évoluent.

La plupart des recherches récentes en didactique des mathématiques se situent dans cette perspective constructiviste de l'apprentissage, s'appuyant sur le principe fondamental que: "les enfants construisent leurs propres connaissances." Cependant, quoique ces recherches ont permis de clarifier les conditions dans lesquelles les enfants s'approprient des concepts mathématiques, peu d'entre elles se sont attardées sur le rôle que jouent les représentations dans la construction du concept.

La recherche globale, dans laquelle s'inscrit la présentation d'aujourd'hui, essaie de clarifier ce rôle de la représentation dans l'apprentissage et amorce ainsi une réflexion sur représentation et apprentissage de concepts.

Nous avons précisé quelle place ont occupé les représentations historiquement dans la construction d'un concept mathématique, cette place se retrouve-t-elle dans l'apprentissage actuel des mathématiques, autrement dit comment utilise-t-on les représentations dans cet apprentissage?

## A- <u>Rôle et place associés à la représentation en enseignement des mathématiques: tendances actuelles</u>

L'enseignement actuel des Mathématiques est un enseignement axé essentiellement sur une transmission de connaissances, les représentations y sont avant tout conçues comme des moyens de véhiculer les concepts, de transmettre de l'information. Dans cette perspective, la représentation ne se construit donc pas, elle n'évolue pas de concert avec le concept, elle est transmise et l'enfant doit "l'apprendre".

Cette façon généralisée de concevoir les représentations comme produit fini s'accompagne aussi dernièrement d'une utilisation outrancière de représentations. En effet, les tendances récentes en enseignement des

mathématiques font apparaître un phénomène nouveau: le recours, dans tous les manuels, le matériel... auquel l'enfant est soumis, à un usage abusif de représentations diverses pour traiter d'un même concept (illustrations figuratives, schémas, diagrammes...) [4]. A l'origine de cette sophistication du langage mathématique, on retrouve probablement l'évolution moderne des mathématiques et certains courants pédagogiques contemporains (par exemple le principe de concrétisations multiples de Diénès[2]). Mais quels sont les motifs sous-jacents le plus souvent invoqués pour justifier une telle diversité de représentations dans l'enseignement?

Pour certains auteurs, le recours à de multiples représentations pour un même signifié sous-jacent vise à faire percevoir à l'enfant une même structure commune (cf. Diénès[2]) et à lui faire abstraire cette structure.

Pour d'autres, le but est essentiellement de présenter différents "niveaux" d'illustrations pour un même concept, en espérant que l'enfant en captera une parmi l'ensemble; le recours à plusieurs représentations est alors associé à une meilleure chance qu'une de celles-ci puisse constituer un élément déclencheur pour l'enfant.

Pour d'autres enfin, elles constituent un moyen de rendre plus attrayant, plus motivant l'apprentissage des mathématiques par le recours à la couleur, à différentes illustrations...

Quelque soit le but visé par leur utilisation, ces multiples représentations jouent-elles véritablement le rôle qu'on attend d'elles? Quelle est la véritable portée de cette symbolisation abusive?

Nous nous sommes posées cette question à propos du concept d'opération. Ce concept est fondamental au primaire et il est un de ceux pour lequel on fait grand usage d'illustrations figuratives, de schémas, diagrammes...

2- Diénès, Z.P.: 1965, Comprendre la Mathématique, Office Central des Librairies, Paris.

## B- Problème de reconstruction d'une transformation arithmétique, rôle des représentations utilisées dans l'enseignement actuel.

### 1. Le problème

Une analyse conceptuelle des opérations arithmétiques nous amène à distinguer différents contenus sémantiques pour chacune d'elles. Les résultats de recherches récentes (Hart, Vergnaud...) montrent que certains de ces sens s'avèrent plus difficiles que d'autres à traiter et reconnaître (au niveau de l'opération sous-jacente)..

Lors de notre recherche longitudinale de 3 ans avec un groupe d'enfants [1], nous avons été nous-mêmes confrontées à l'une de ces difficultés importantes, celle qu'ont les jeunes enfants (6-7 ans) à reconnaître une soustraction lorsque les situations y véhiculent le sens "reconstruction d'une transformation".

Ainsi plusieurs jeunes enfants sont dans l'incapacité de résoudre ce type de problèmes *"J'ai 5 billes dans ma poche, un ami m'en apporte d'autres, maintenant j'ai 13 billes dans ma poche. Combien mon ami m'en a-t-il apportées?"*

Nous présenterons plus tard les stratégies erronées les plus fréquentes utilisées par les enfants.

Dans ces situations véhiculant le sens "reconstruction d'une transformation", une collection initiale est donnée; on agit sur celle-ci, la transformant ainsi en une nouvelle collection, et l'enfant doit reconstruire la transformation qui s'est opérée. Nous schématiserons ce type de situation de la façon suivante $E_i \xrightarrow{T?} E_f$.

Cette difficulté à reconstruire une transformation chez le jeune enfant s'est vue confirmée par la suite dans d'autres expérimentations [2]. De plus, notre recherche récente nous montre que cette difficulté n'est pas ponctuelle, elle persiste lorsque les situations de "reconstruction" se complexifient. On observe ainsi des enfants à d'autres niveaux, et pas seulement en mathématiques, qui commettent les mêmes erreurs que celles que les jeunes enfants font dans ces situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique. Les résultats suivants issus d'une expérimentation menée auprès d'enfants de 6 ans à 11-12 ans le mettent bien en

évidence. Une banque de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation a été construite et expérimentée en 1984 auprès d'enfants de différents niveaux (1ère année à 6e année), à raison de deux classes par niveau. La consigne donnée aux enfants était la suivante: "fais le problème et arrange-toi pour que je puisse voir comment tu t'es débrouillé pour le faire".

Le tableau suivant présente le pourcentage de réussite à ces problèmes qui étaient plus ou moins complexes dépendant du niveau auquel ils s'adressaient. A titre d'exemple, nous donnerons un problème type présenté à chaque niveau.

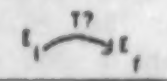
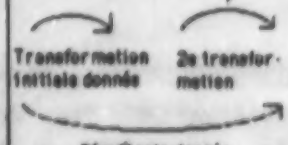
| Niveau | Structure des problèmes | Exemple type de problème | Réussite |
|---|---|---|---|
| Fin 1ère année (6-7 ans) | $E_i$ donné, $E_f$ donné<br>transformation à reconstruire<br>  <br> | J'avais 8 billes dans ma poche. Un ami m'en a apporté. Maintenant j'ai 17 billes dans ma poche. Combien de billes m'a-t-il apportées. | 22% |
| Fin 2e année (7-8 ans) |  <br> | Alain joue aux billes. Il gagne 12 billes. Il joue une autre fois. Dans les deux parties, il a gagné 31 billes. Que s'est-il passé la seconde fois? | 30% |
| Fin 3e année (8-9 ans) | Séquence (inverse), transformation initiale donnée, résultante donnée, 2e transformation à reconstruire<br>(Résultante dans le sens de la 1ère transformation) | Alain joue à un jeu. Dans le jeu il peut perdre ou gagner des jetons. Il commence une nouvelle partie. Il perd 6 jetons au premier coup. Il joue un autre coup. Sur les deux coups, il a perdu 4 jetons. Que s'est-il passé au deuxième coup? | 7% |
| Fin 4e année (9-10 ans) | Même structure que précédemment | " | 37% |
| Fin 5e année (10-11 ans) | Même structure que précédemment, mais la résultante est dans le sens contraire de la 1ère transformation. | Alain joue à un jeu. Dans le jeu il peut perdre ou gagner des jetons. Il commence une nouvelle partie. Il perd 7 jetons au premier coup. Il joue un autre coup. Sur les deux coups il a gagné 3 jetons. Que s'est-il passé au 2e coup? | 14% |
| Fin 6e année | Même structure | " | 20% |

Tableau I - % de réussite à des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation

Dans ces différents problèmes plus ou moins complexes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation, les mêmes stratégies conduisant à des erreurs réapparaissent. Les enfants travaillent sur des états qu'ils combinent, ne percevant pas la transformation qui s'est opérée entre ceux-ci.

Quelles sont ces principales stratégies conduisant à des erreurs, révélées par notre recherche?

- L'ajout de l'état initial et de l'état final $E_i + E_f$.

Ainsi, dans le problème "J'ai 5 billes, dans ma poche, un ami m'en apporte. Maintenant j'ai 13 billes. Combien mon ami m'en a-t-il apportées?", ces enfants répondent 18 billes.

- Le report de l'état initial seulement $E_i$
  ou de l'état final $E_f$

Ces enfants répondent alors par exemple 13 billes au problème précédent.

Dans le cas d'un problème mettant en jeu deux transformations

- La première transformation est interprétée comme un état qu'on combine avec la résultante.

Ainsi dans le problème posé en 3ème année (voir tableau 1), ces enfants répondraient

6 - 4 = 2 jetons (la transformation "il perd 6 jetons" devient l'état initial).

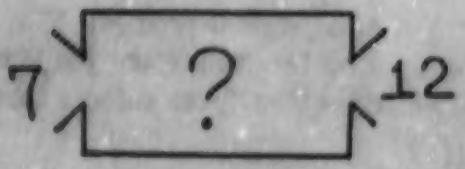
Ces résultats qui illustrent la complexité du type de problèmes additifs mettant en jeu des transformations ont été confirmés par d'autres études (Vergnaud 1981, Carpenter, Moser 1982).

2. <u>Cette difficulté est-elle prise en considération par l'enseignement actuel des Mathématiques</u>?

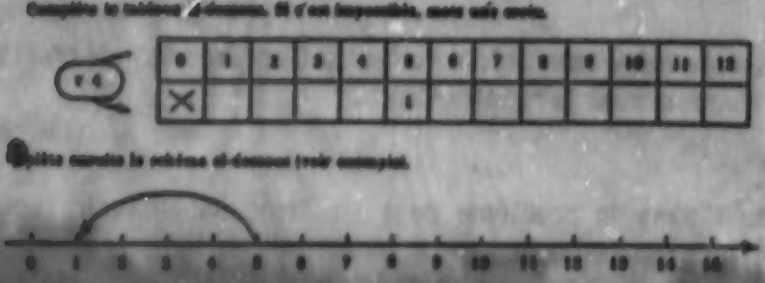
Lorsqu'on regarde les manuels, tout le matériel d'apprentissage mathématique, on s'aperçoit vite que les enfants sont appelés à reconstruire une transformation, et ceci très tôt, dès la 1ère année (6-7 ans) [3], sous de multiples formes de représentation.

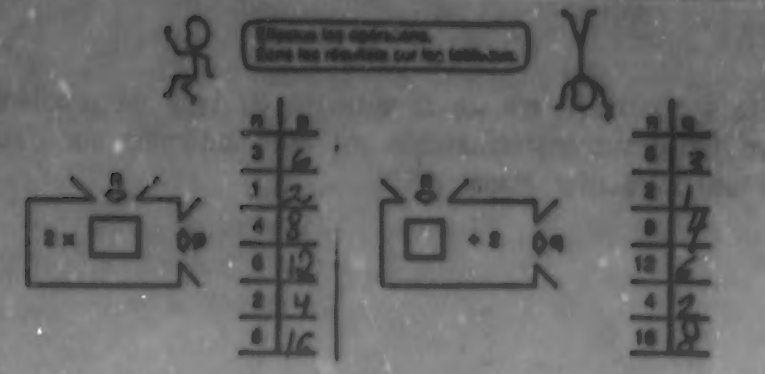
Exemples tirés de manuels du primaire

4 + □ = 7




7 + □ = 12





Des représentations plus complexes mettant en jeu cette reconstruction d'une transformation se retrouvent également présentes dans les manuels du secondaire. Voici un exemple tiré d'un manuel de Sciences.

Une expérimentation menée auprès de quelques étudiants du secondaire à propos de cette représentation [11] a permis de retrouver chez ceux-ci les mêmes stratégies erronées mises en évidence dans nos recherches auprès des enfants, confirmant là encore qu'il ne s'agit pas juste d'une difficulté locale.

Ces représentations soumises aux enfants cherchent toutes à illustrer une transformation arithmétique, mais se veulent surtout un support à la résolution d'équations du type a + □ = b et non une aide pour travailler le concept. Souvent une représentation est donc proposée à l'enfant suivie d'u équation à résoudre comme l'illustrent les deux premiers exemples donnés précédemment.

Un autre élément est à prendre en considération dans l'analyse de ces représentations soumises aux enfants: la transformation met en jeu un certain dynamisme, une action dans le temps. Nous sommes donc confrontés ici au problème de la représentation d'un signifié dynamique par un signifiant essentiellement de nature statique. Les illustrations, schémas, diagrammes... auxquels on a recours dans les manuels sont en effet, de par le médium même utilisé, essentiellement statiques. Dans ces multiples représentations, on a alors recours à des codes et conventions cherchant à suggérer un certain dynamisme: indices de posture, codes renvoyant à des conventions

universelles ou locales (flèches, machines...)

Ainsi l'illustration figurative des lapins présentée précédemment a recours à des indices de posture pour suggérer une certaine action.

Dans le cas d'une représentation plus schématique, tableau suivi de la droite numérique, on a recours à une flèche pour illustrer la transformation arithmétique. Deux questions essentielles se posent face à ces représentations quant à leur rôle et véritable portée.

1) Les multiples représentations (illustrations figuratives et non-figuratives...) soumises aux enfants sont-elles vraiment des supports à la mathématique qu'on veut leur faire appréhender? Ici, l'enfant qui ne peut résoudre une équation du type a + □ = b le peut-il plus avec la représentation?

2) Comment les codes graphiques et conventions utilisés sont-ils interprétés par les enfants? En particulier, y voient-ils une transformation? Le dynamisme que veulent suggérer ces codes est-il perçu par les enfants?

## C- L'expérimentation, quelques résultats sur la véritable portée de ces représentations: un exemple, la droite numérique

Une première expérimentation nous renseigne déjà partiellement sur le rôle véritable que ces représentations jouent face à la mathématique que nous voudrions faire appréhender à l'enfant.

Deux types d'entrevues réalisées de façor exploratoire auprès d'enfants d'âges différents ont permis de mettre en évidence qu'ils n'utilisent pas ces représentations et qu'ils les ignorent même ou ne les voient tout simplement pas, n'en voyant pas la pertinence par rapport au problème posé.

Ainsi, dans un des items proposé aux enfants, des représentations (tirées de manuels scolaires) suivies à chaque fois d'une équation à résoudre leur étaient proposées. Nous avons déjà souligné que c'est là la forme d'utilisation la plus fréquente des représentations lors de l'apprentissage des opérations. Les enfants résolvaient alors manifestement (ces entrevues ont été filmées sur vidéo) sans aucun recours à la représentation présentée, se servant de leurs doigts ou du support de la comptine numérique... L'item était

alors caché, et on demandait à l'enfant s'il se souvenait de ce qu'il y avait sur la feuille. L'enfant ne se souvenait absolument pas du dessin, schéma... qui lui avait été présenté. Pour toutes les représentations proposées, l'attitude était semblable.

Un autre item expérimenté lors de cette préexpérimentation présentait à l'enfant sur une même feuille plusieurs représentations scolaires avec un coin de la feuille laissé vide. Une équation à résoudre était alors donnée aux enfants et nous leur demandions de choisir le dessin qui les aiderait le plus, selon eux, à résoudre cette équation. Plusieurs enfants choisissaient alors la case vide et s'y construisaient leur propre représentation (ex.: pour 5 + □ = 12: ils dessinaient IIIII IIIIIII), mais n'avaient aucun recours aux représentations proposées.

Une expérimentation systématique a suivi cette préexpérimentation et nous a permis d'aller plus loin dans notre réflexion sur le rôle et la portée de ces représentations. Nous reprendrons ici quelques résultats relatifs à cette expérimentation en rapport avec la droite numérique qui est une représentation très présente au primaire à l'occasion de l'enseignement des opérations.

Interprétations de la représentation "droite numérique" par les enfants

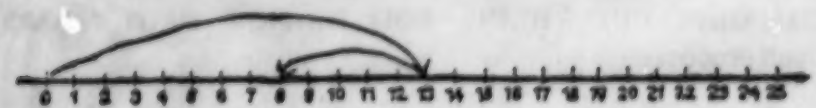
Parmi les représentations couramment utilisées en enseignement des Mathématiques, on retrouve des représentations mathématiques "standard" que les étudiants se doivent d'appréhender à un moment donné de leur apprentissage [10]. Il faut cependant s'interroger sur leur contribution et leur utilisation. La droite numérique est une de ces représentations standard. Comment celle-ci est-elle utilisée dans l'enseignement, à quelles fins? Comment est-elle appréhendée par les enfants? Quelles difficultés suscite-t-elle?

Une analyse systématique de cette représentation dans les manuels nous a conduit à identifier en fait plusieurs types de droites numériques. Son utilisation dépasse de beaucoup le signifié qui nous préoccupe ici; elle est utilisée pour l'apprentissage du nombre naturel, des opérations, des fractions, des entiers relatifs. Un rapport complet reprenant cette analyse et les conceptions inappropriées développées par les enfants par rapport à l'utilisation qui en est faite sera publié. Dans le cas qui nous préoccupe plus spécifiquement ici (résolution d'équations du type a + □ = b), on a recours à

des codes renvoyant à des conventions universelles ou locales (plusieurs types de flèches) cherchant à suggérer une transformation ou un déplacement.

Deux représentations droites numériques différentes où se retrouvent deux types de flèches ont été présentées à des enfants de 1ère à 6e année, à raison de deux classes par niveau.

La tâche demandée à l'enfant était alors la suivante: d'une part il devait, à partir de cette représentation, inventer un problème, une histoire pour faire calculer un ami pour laquelle le dessin lui serait utile; d'autre part, il devait écrire une équation associée.[3]



L'analyse des problèmes inventés a permis de mettre en évidence les principales interprétations données aux flèches et aux graduations par les enfants.

## 1. Principales interprétations données aux flèches et aux graduations

Nous reprenons ici ces principales interprétations en les explicitant à l'aide d'un exemple type de problème inventé.

3- Cette tâche faisait partie d'une tâche plus globale, la droite numérique était une des représentations proposée aux enfants parmi diverses représentation scolaires et non-scolaires.

Une interprétation essentiellement statique

- Les flèches sont vues comme des cordes, des ensembles d'éléments.

  L'exemple suivant, pour la 1ère droite, illustre une telle interprétation

  "J'ai 8 pommes. Marie a 4 pommes. Combien de pommes en tout?"

  Dans ce cas-ci, la signification accordée aux graduations est celle d'éléments. On dénombre les graduations comme on dénombre les éléments d'un ensemble, son cardinal. Il y a donc discrétisation de la droite.

- Les flèches sont vues comme des "pointeurs"

  L'exemple suivant, pour la 1ère droite, illustre une telle interprétation.

  "Il y a 8 et l'autre chiffre est 13. Combien ça fait en tout?"

  La flèche est vue comme quelque chose qui pointe un certain chiffre. Les graduations sont alors vues souvent comme des chiffres (ce qui est le cas dans l'exemple précédent) ou des pancartes (indiquant un emplacement).

  Peu d'enfants, comme on le verra dans les résultats par la suite, interprètent en fait les flèches de façon dynamique et y perçoivent un déplacement ou une transformation.

- Pour certains, les flèches sont vues comme des bonds.

  Ainsi l'exemple suivant, pour la 2e droite, vient illustrer cette interprétation.

  "J'ai une droite numérique et 8 bonds et 3 bonds, 8 + 3 = 11"

  Notons ici encore que l'enfant s'attarde sur les nombres pointés par les têtes de flèches (11 est le nombre pointé par la 2e flèche).

- Peu d'enfants accordent véritablement aux flèches la signification de déplacement. Voici un exemple de problème inventé, pour la 1ère droite, illustrant cette interprétation.

  "J'avance de 13 pouces. Je recule de 5 pouces. De combien de pouces ai-je avancés?"

  Dans ce cas-ci, les graduations sont associées à une mesure d'intervalle.

Les résultats suivants reprennent les principales interprétations données aux flèches par niveau.

Interprétations données aux flèches en fonction du niveau scolaire: % pour la droite (resp. )

| Interprétations des flèches | Niveau | Nombre de sujets | | Nombre de sujets | | Nombre de sujets | | Nombre de sujets | | Nombre de sujets | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2e | ( 54 ) | 3e | ( 58 ) | 4e | ( 73 ) | 5e | ( 62 ) | 6e | ( 63 ) |
| •Cordes | | [illegible] | (3.8) | [illegible] | (6.9) | [illegible] | (6.9) | [illegible] | (8.0) | [illegible] | (20.6) |
| •Pointeur | | 14.9 | [illegible] | 10.3 | [illegible] | 26.0 | [illegible] | 26.2 | [illegible] | 20.9 | [illegible] |
| •Mixte: corde et pointeur | | 5.6 | (20.4) | 12.0 | (25.8) | 1.4 | (23.3) | 1.7 | (32.2) | -- | (15.9) |
| •Déplacement | | -- | (1.9) | 8.6 | (5.1) | 11.0 | (11.0) | 4.9 | (17.8) | 25.9 | (31.7) |
| •Bonds | | 7.5 | (--) | 5.1 | (1.7) | 9.6 | (4.2) | 19.7 | (9.6) | 24.3 | (6.4) |
| •Ambigu - autre | | 1.9 | (16.7) | 22.4 | (12.0) | 4.2 | (4.2) | 3.4 | (3.2) | 1.6 | (3.2) |
| •Pas fait | | 40.7 | (35.2) | -- | (13.8) | 12.3 | (15.1) | 3.3 | (--) | 1.6 | (1.6) |

Tableau 2

Ainsi, même si la deuxième droite semble plus suggérer un déplacement, seulement 1.9% des enfants en 2ème année; 5.1% en 3ème, 11% en 4ème; 17.8% en 5ème et 31.7% en 6ème y voient un déplacement.

Majoritairement, les flèches sont interprétées de façon statique, c'est-à-dire ou bien elles sont vues principalement comme des cordes déterminant des ensembles d'éléments, ou bien elles pointent quelque chose.

| Interprétation des flèches<br>Nombre d'enfants (peu importe le niveau scolaire) | | |
|---|---|---|
| | ← ! | → - - → |
| Cordes | ■ | 29 |
| Pointeur | 62 | ■ |
| Cordes et pointeur | 12 | 73 |
| Bonds | 41 | 14 |
| Déplacement | 32 | 43 |
| Ambigu - Autre | 20 | 23 |
| Pas fait | 36 | 39 |

Tableau 3

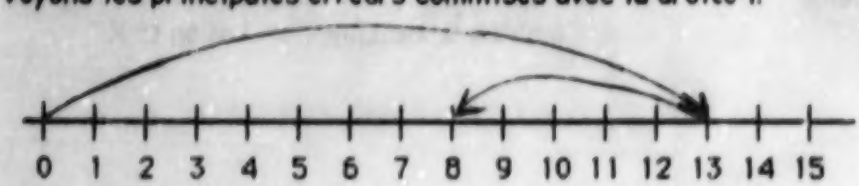
## 2. Difficultés suscitées par la représentation droite numérique

Ces conceptions des flèches et des graduations développées par les enfants conduisent à des difficultés lorsque celles-ci doivent être utilisées pour résoudre des équations.

L'analyse des problèmes et équations inventés permet de faire ressortir les principales erreurs rencontrées par les enfants.

Ainsi les stratégies d'ajout des états (graduations initiale et finale) se retrouvent ici. D'autres erreurs sont reliées à l'utilisation même des graduations sur la droite numérique.

Voyons les principales erreurs commises avec la droite I.



Type 1: L'addition des graduations (pointées par les têtes de flèches).

Exemples d'équation et de problème inventés par les enfants où l'on retrouve ce type d'erreurs.

équation: 8 + 13 =

problème: "J'ai 8 ballons j'en ajoute 13 maintenant j'ai 21 ballons".

Type 2: L'addition de la graduation de départ et des deux graduations (pointées par les têtes de flèches).

Exemples d'équation et de problème où l'on retrouve ce type d'erreurs.

équation: 0 + 8 + 13 =

problème: "J'ai 0 cubes, j'en ajoute 8 et j'en ajoute 13. Combien ai-je de cubes?"

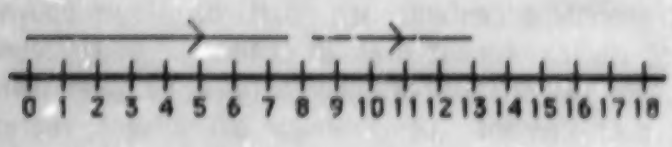
Type 3: Erreurs liées à une utilisation inappropriée des graduations sur la droite numérique.

Exemples

équation: 13 - 6 = (ici l'enfant compte les bornes et les graduations se situant à l'intérieur de la corde)
13 - 4 = (ici l'enfant compte juste les graduations placées à l'intérieur de la corde)

problème: "Sur ma règle il y a 8 centimètres. J'en ajoute 4. Combien de centimètres j'ai en tout."

Pour la droite 2, on retrouve les deux premiers types d'erreurs commises sur la droite 1




L'addition des graduations apparaissant sous la pointe de flèche.

Exemple:

équation: 5 + 11 = 16

problème: "J'ai 5 barres et j'en rajoute. Combien de barres pour arriver à 11.

L'addition des graduations les plus près de l'extrémité droite du support de chacune des deux flèches.

Exemple:

équation: 8 + 13 = 21 7 + 13 = 20

problème: "Il y a 7 et l'autre chiffre est 13. Combien ça fait en tout?"

Combinaison des 2 erreurs précédentes.

Exemple:

équation: 0 + 5 + 8 + 11 = 13 0 + 5 + 8 + 11 + 13 = 25

problème: "Il y a 5, 8, 11, je veux savoir le total des nombres."

## 3. Conclusion

L'interprétation que les enfants donnent aux flèches et graduations sur la droite, ainsi que l'analyse des erreurs qu'elle provoque nous montre que les droites numériques ne s'avèrent guère un support à la mathématique que nous voudrions faire appréhender à l'enfant: les équations; ils ne pouvaient pas résoudre, le peuvent-ils maintenant avec la droite? Les représentations droite numérique posent des difficultés importantes et ne constituent pas en ce sens un support pour l'enfant. Les tableaux qui suivent, reprenant les différents types d'erreurs qu'on retrouve avec les droites numériques, illustrent ceci.

Erreurs liées à une mauvaise utilisation des graduations :
% pour droite 1 (resp. droite 2)

| Niveau / dans la tâche | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Invente un problème | 25.0 (14.8) | 29.3 (5.2) | 27.4 (9.6) | 21.3 (4.8) | 31.1 (3.2) |
| Equation associée | 32.7 (18.5) | 34.5 (3.4) | 31.5 (9.6) | 32.8 (4.8) | 31.1 (3.2) |

Tableau 4 - Erreurs du type 3

Erreurs liées à une interprétation des flèches comme pointeur pour la droite 2 ⟹ ⟹ :

% Addition des graduations vis-à-vis des têtes de flèches (resp. addition des points d'arrivée)

| Niveau / dans la tâche | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Invente un problème | -- (5.6) | 6.9 (6.9) | 9.6 (9.6) | 12.9 (6.4) | 11.1 (4.8) |
| Equation associée | -- (13.0) | 13.8 (12.1) | 8.2 (15.1) | 12.9 (11.3) | 15.9 (6.3) |

Tableau 5 - Erreurs du type 1 et 2

Le pourcentage de réussite (interprétation jugée correcte de la représentation droite proposée) vient confirmer (avec d'autres représentations expérimentées) le fait que la signification accordée aux représentations et aux codes graphiques qui y sont utilisés est souvent différente des intentions visées en les utilisant. Ceci est particulièrement flagrant dans le cas de la droite numérique, lorsqu'on voit que les flèches sont interprétées statiquement comme des cordes ou des flèches pointeurs.

Pourcentage de réussite

| Niv. Scol. / dans la tâche | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Invente un problème | 9.6 (13.0) | 31.0 (32.8) | 39.7 (34.2) | 59.0 (56.5) | 57.4 (61.9) |
| Equation associée | 19.2 (18.5) | 27.6 (36.2) | 38.4 (28.8) | 60.7 (61.3) | 60.7 (61.9) |
| Résultats relatifs à (Prob. + Equat.) | 9.6 (9.3) | 24.1 (25.9) | 23.0 (17.8) | 42.6 (51.6) | 45.9 (52.4) |

Tableau 6

Note: Les équations jugées correctes qui ont été retenues dans les réussites sont

Pour la droite 1

| | | |
|---|---|---|
| 8 + 5 = 13 | 0 + 8 + 5 = 13 | 13 - 5 = 8 |
| 8 + ? = 13 | 13 - ? = 8 | |

Pour la droite 2

| | |
|---|---|
| 8 + ? = 13 | 0 + 8 + 5 = 13 |
| 13 - 8 = 5 | 8 + 5 = 13 |

Un exemple de problème ayant été retenu dans les réussites (pour la droite 1).
"J'avance de 13 pouces. Je recule de 5 pouces. De combien de pouces ai-je avancés?"

Les représentations étant surtout utilisées auprès de jeunes enfants, il est particulièrement intéressant de regarder le pourcentage de réussite à ce niveau. Ainsi à ce niveau (2e année), seulement 19% des enfants associent une équation correcte à ce type de représentation. On peut donc se poser des questions sur l'apport de cette représentation surtout lorsqu'on voit qu'à la fin du primaire, encore 40% des enfants ne lui associent pas une équation correcte.

## D- Les "histoires sans parole" comme support à la reconstruction de la transformation

Les représentations mathématiques universalisées (droite numérique, ensemble...) ainsi que les représentations fréquemment utilisées dans les manuels scolaires ayant démontré dans cette recherche leur peu d'efficacité et leur mésinterprétation par les enfants en regard d'un objectif visé (ici celui de support à la résolution d'équations du type a + □ = b), d'autres types de représentations ont été expérimentées avec les enfants pour voir si elles donnaient de meilleurs résultats.

Une expérimentation menée en 1982 [2] avait montré que certaines représentations provenant de dessins développés par des enfants semblaient causer un déséquilibre. Même si elles n'améliioraient pas nécessairement la performance, elles causaient un changement de comportement. Prenant appui sur ces premières données et sur une analyse de recherches portant sur l'utilisation de séquences d'images comme support à la résolution de problèmes (Campbell, Danset-Léger), nous avons élaboré différentes "histoires sans parole" que nous avons proposé aux enfants (1ère à 6ème

année) dans le cadre de l'expérimentation déjà décrite précédemment (voir droite numérique). Ces représentations apparaissent en annexe

Dans ces "histoires sans parole" essentiellement statiques, le dynamisme de la transformation est suggéré par différents codes: indices de posture (ex.: bonhomme en déséquilibre), recours à des mots, expressions des visages, indices spatiaux (ex.: orientation du bonhomme dans la séquence).....

A partir d'une analyse théorique des représentations "histoires sans parole" proposées en regard de différents auteurs (Campbell, Danset-Léger, Jacquinot, Mary), nous avons établi une typologie de ces représentations et un répertoire des codes utilisés pour illustrer le dynamisme. Un rapport complet sur les histoires sans parole et les résultats de l'expérimentation reprendra en détails ceci.

Dans cette expérimentation, la tâche proposée aux enfants était la suivante: d'une part "Invente un problème pour un ami à partir de ce dessin, le dessin devrait aider l'ami à comprendre ton problème"; d'autre part "Ecris une équation à partir de ce dessin".

Le tableau qui suit nous donne quelques résultats relatifs à cette expérimentation. Nous y reprenons le pourcentage de réussite aux histoires sans parole comparativement au pourcentage de réussite face aux représentations scolaires; nous rentrons dans réussite les problèmes et équations inventés par les enfants montrant que l'enfant a reconstruit une transformation.

| | % de réussite aux histoires sans parole | | | | | | % de réussite aux représentations scolaires | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Niveau scolaire | Amis | Pommes | Canards | Je Pige | Poule | Moyenne | Représentation figurative "Les Lapins" | Représentation schématique Droite numérique Droite 1 | Droite 2 |
| 1ère | 2 | 4 | 0 | 2 | 5 | 2 | 9 | — | — |
| 2 | 29 | [illegible] | 29 | 25 | 34 | 31 | 19 | 9 | 10 |
| 3 | 60 | 47 | 63 | 35 | [illegible] | 55 | 42 | 26 | 24 |
| 4 | 45 | 45 | [illegible] | 47 | 53 | 50 | 36 | 18 | 23 |
| 5 | [illegible] | 60 | 69 | 57 | 68 | 64 | 58 | 52 | 43 |
| 6 | 75 | 75 | 79 | [illegible] | 86 | 80 | 60 | 52 | 46 |

Tableau 7

Note: Les histoires sans parole et la représentation figurative "Les lapins" apparaissent en annexe.

Commentaires

• La comparaison entre le pourcentage de réussite pour les histoires sans parole et les représentations scolaires (qu'elles soient figuratives ou schématiques) soumises aux enfants fait apparaître tout de suite une différence significative. Les enfants perçoivent plus un certain dynamisme dans les histoires sans parole et reconstruisent plus une transformation via celles-ci. Toutefois, même si ce pourcentage de réussite est supérieur à celui obtenu pour les représentations scolaires, il demeure néanmoins faible chez les jeunes enfants: seulement 40% des enfants y voient une transformation en fin de 2e année. Or, cette difficulté à reconstruire une transformation arithmétique a été observée surtout chez les enfants très jeunes et c'est de plus surtout à ce niveau que les représentations occupent une place particulièrement importante dans l'enseignement actuel des Mathématiques. Les résultats obtenus avec les images sans parole restent donc insatisfaisants.

• D'ailleurs, on observe encore ici les mêmes stratégies erronées que celles observées pour les autres représentations.

Ajout d'états
- Ajout de l'état initial et de l'état intermédiaire
- Ajout de l'état initial et de l'état final
- Ajout des trois états

Par exemple, dans le cas de l'histoire sans parole "les amis", les enfants écriront comme équation associée

$$2 + 8 = 10$$
$$2 + 2 + 8 = 12$$
$$2 + 2 = 4$$

De plus, on retrouve chez les enfants très jeunes des équations ou des problèmes associés à chaque image. L'enfant traite donc chaque image séparément et n'établit pas de lien entre les images qui lui sont proposées.

Certains vont même jusqu'à considérer tous les éléments présents dans l'image.

Par exemple, dans l'histoire sans parole "les amis", ils écriront 1 + 1 + 1 + 2 = 5 (1 soleil plus 1 nuage plus 1 arbre plus 2 enfants....).

Cette interprétation en termes d'états prédomine chez les très jeunes enfants, et ce pour toutes les représentations.

- Ces résultats nous donnent toutefois des indices intéressants sur des représentations qui semblent provoquer une attitude différente chez les enfants. En effet, parmi celles-ci, certaines semblent constituer un élément déclencheur, en ce sens que lorsqu'elles sont réussies, la moyenne de réussite augmente. Cet élément déclencheur ne semble toutefois pas être le même d'un niveau à l'autre. Une représentation plus schématique, plus dépouillée comme le "je pige" est mieux interprétée par les enfants plus vieux, alors qu'une représentation plus proche d'un contexte comme "les pommes" est mieux perçue par les enfants de 2ème année.

- Une dernière représentation différente des autres "La main" a été expérimentée auprès des enfants. Dans celle-ci, un essai de dynamisation de la transformation (jusqu'alors suggérée dans les représentations statiques par des codes: indices de posture, mots,...) est mis de l'avant. L'enfant est alors lui-même l'agent de transformation puisqu'il doit agir sur les images proposées se trouvant ainsi à simuler une transformation d'un état initial (main fermée avec 7 éléments) en un nouvel état (main ouverte avec 12 éléments).

Les résultats qui suivent nous indiquent un pourcentage de réussite à la tâche reconstruction de la transformation le plus élevé.

% de Réussite

| | Histoire sans parole (le mieux réussie par niveau) | La Main |
|---|---|---|
| 1ère | 5 (Poule) | -- |
| 2 | 40 (Pommes) | ■ |
| 3 | 69 (Poule) | ■ |
| 4 | 60 (Canards) | ■ |
| 5 | 69 (Amis) | ■ |
| 6 | 89 (Je pige) | 81 |

Tableau 8

Les histoires sans parole que nous avons expérimentées avec les enfants sont toutes des représentations statiques dans lesquels le message temporel et dynamique est livré par toutes sortes de codes et conventions. Dans cette représentation dynamique d'une transformation où l'enfant est l'agent de transformation, on constate une réussite meilleure que quatre des 5 histoires sans parole proposées. Ces résultats ouvrent la porte à d'autres explorations possibles.

## Conclusion

Cette recherche a permis de mettre en évidence que les interprétations fournies par les enfants aux représentations fréquemment utilisées dans les manuels scolaires (droite numérique, ensemble, illustrations figuratives) sont souvent différentes des intentions visées en les utilisant. Ainsi celles-ci ne s'avèrent guère un support à la résolution d'équations du type $a + \square = b$, et les enfants n'y perçoivent nullement une action, un dynamisme. Les codes et conventions utilisés y sont interprétés essentiellement de façon statique. Cette recherche démontre donc leur peu d'efficacité en regard de l'objectif visé, celui de support à des situations impliquant une reconstruction d'une transformation. Elle met en évidence les difficultés importantes et des stratégies stables conduisant à des erreurs.

Par ailleurs, les résultats relatifs aux autres types de représentations expérimentées avec les enfants (histoires sans parole, "La main") nous donnent des indices sur des éléments qui pourraient constituer des déclencheurs au niveau de l'apprentissage. Une analyse complète des résultats permettra de clarifier davantage les types de représentation qui semblent agir comme déclencheurs à un niveau donné.

Ces éléments d'analyse serviront de cadre de référence à l'élaboration d'une expérimentation cherchant à faire reconstruire la transformation arithmétique par l'enfant.

[1] Bednarz, N., Janvier, B.: 1984, La Numération. Une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. Revue N, n° 34.

[2] Bednarz, N., Janvier, B.: 1983, Problèmes de reconstruction d'une transformation en arithmétique au primaire. Journal de l'AMQ, octobre.

[3] Bednarz, N.: 1983, Problèmes de représentation en arithmétique au primaire, rapport de recherche FCAR, cahiers du CIRADE.

[4] Bednarz, N., Bélanger, M., Boileau, A., Janvier, C.: 1981, Un exemple de sursymbolisation en enseignement des Mathématiques, APAME.

[5] Cambell, P.: 1978, Textbook pictures and first-grade children's perception of Mathematical Relationships. In: Journal for Research in Mathematics Education, novembre, pp. 368-374.

[6] Carpenter, T.P., Moser, J.M., Romberg, J.A.: 1982, Addition and subtraction. A cognitive approach. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.

[7] Danset-Léger, J.: 1981, L'enfant et les images de la littérature enfantine, P. Mardaga Ed.

[8] Hart, K.: 1981, Children's understanding of Mathematics , pp. 11-16, Alden Press.

[9] Jacquinot, G.: 1985, Langages, Apprentissage et théorie de la représentation. In: Langages Apprentissage, vol VI, no, 2/3, Communication information.

[10] Janvier, B., Bednarz, N., Bélanger, M.: 1986, Pedagogical Considerations concerning the problem of representation, Problems of representation in the teaching and learning of Mathematics, Lawrence Erlbaum Associates Inc Publ.

[11] Janvier, C.: 1985, Classification de diagrammes et schémas dans les manuels de sciences et niveaux d'interprétation, Cahiers du séminaire sur la représentation du CIRADE, n° 1, septembre.

[12] Mary, C.: 1983, Le rôle du film dans l'enseignement des mathématiques. Mémoire de maîtrise, Département de mathématiques et d'informatique, UQAM.

[13] Menniger, K.: 1970, Number World and Number Symbols, MIT Press, Cambridge, Mass.

[14] Vergnaud, G.: 1981, L'enfant, la mathématique et la réalité. Collection exploration Recherches en sciences de l'éducation, Editions Peter Lang SA, Berne.

ANNEXE

Illustration figurative "Les lapins"

HISTOIRES SANS PAROLE

"LES AMIS"

"LES CANARDS"

"LES POMMES"

"LA POULE"

"JE PIGE"

# Pour une variété d'approches aux représentations graphiques des formes et des relations à trois dimensions

par Eva Puchalska
F.S.E., Université de Montréal
et Claude Gaulin
F.S.E., Université Laval

**Séminaire sur la Représentation**
8 novembre 1985 - n°, 5

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

## LE DEVELOPPEMENT DE LA 'GRAPHICACY': UN OBJECTIF FONDAMENTAL EN EDUCATION

L'habileté à utiliser divers types de représentations graphiques constitue un aspect, parmi d'autres, de ce qu'on appelle parfois en Grande- Bretagne la "**graphicacy**", c.-à-d. **"la communication d'information spatiale qui ne peut pas être véhiculée adéquatement au moyen de mots ou de nombres"** (Balchin 1972).

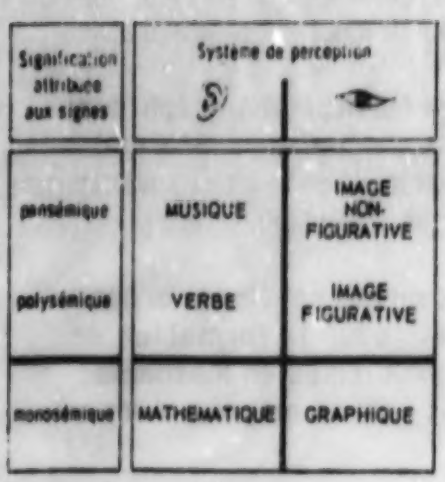
> "Balchin and Coleman describe *literacy, numeracy, articulacy* (subsequently superseded by *oracy*) and *graphicacy* as the four 'acies', or 'aces' for short [...] Neither words nor numbers are superior or inferior as modes of communication. They are only more suitable or less suitable for particular purposes, and each ranges from the very simple to the extremely complex. They complement each other and achieve their highest level of communication when properly integrated. [...] Balchin argued that the discussion ought to be more concerned with modes of communication and that the three Rs should be replaced by the 'four aces'. He also noted that in France a similar discussion was taking place around the concept of 'four languages' in communication skills and the need to teach them to all pupils. These four languages correspond exactly with the four modes of communication distinguished in Britain.
>
> Meanwhile it has been argued by Boardman (1976) that geography teachers share with their colleagues in other subjects, especially English and Mathematics, responsability for ensuring that graphicacy is developed by all pupils before they leave school. [...]"
>
> (Boardman 1983, preface)

Nous sommes tout à fait d'accord avec l'idée que **le développement de la "graphicacy" constitue un objectif fondamental en éducation, à la condition cependant que le mot "graphicacy" soit pris dans un un sens assez large**. En effet, en tant que didacticien de la géographie,

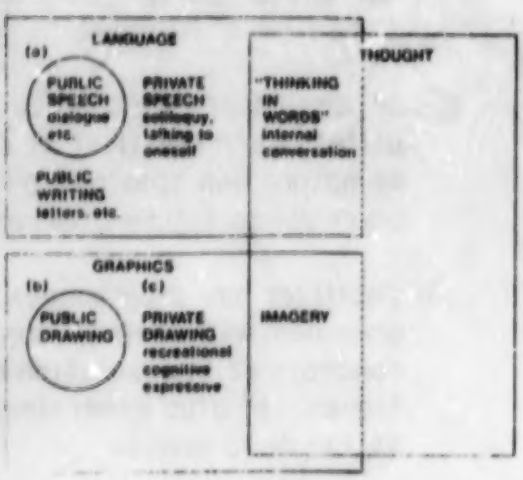
Boardman insiste surtout, dans son livre, sur la communication d'information spatiale au moyen de cartes et de photographies. A notre avis, il est essentiel d'élargir triplement son point de vue trop restreint et de **définir la "graphicacy" de façon à tenir compte:**

(1) **non seulement de la communication d'information spatiale au moyen de représentations graphiques ayant des "degrés d'iconicité" variables, mais aussi de la COMMUNICATION D'INFORMATIONS NON SPATIALES (numériques, logiques, etc.) au moyen de graphiques, de schémas, d'organigrammes, etc.** (voir Bertin 1967, 1977; Herdeg 1981);

(2) **non seulement du rôle des représentations graphiques pour la communication d'information, mais aussi du ROLE INSTRUMENTAL NON SOCIAL qu'elles peuvent jouer DANS LA FORMATION DE CONCEPTS ET D'IMAGES MENTALES, DANS LA RESOLUTION DE PROBLEMES ET PLUS GENERALEMENT DANS L'ORGANISATION DE LA PENSEE** (voir Van Sommers 1984; Biehler 1982; Chernoff 1978).




Bertin (1967)




Van Sommers (1984)

(3) **non seulement de l'apprentissage de représentations graphiques (externes), mais aussi et surtout du DEVELOPPEMENT DE REPRESENTATIONS INTERNES CORRESPONDANTES (entre autres d'une certaine capacité de visualisation).**

## CONTRIBUTION DE LA MATHEMATIQUE AU DEVELOPPEMENT DE LA "GRAPHICACY"

Comme objectif fondamental en éducation, le développement de la "graphicacy" constitue évidemment **une entreprise multidisciplinaire**, à laquelle concourent les enseignements de plusieurs disciplines à l'école: arts graphiques, géographie, mathématique, sciences, éducation physique, langue maternelle, etc.

A notre avis, **l'enseignement des mathématiques a pour sa part une contribution importante et distinctive à apporter au développement de la "graphicacy"**, entre autres en fournissant aux élèves des occasions:

1) **d'explorer divers types de représentations graphiques utiles pour visualiser et communiquer de l'information de nature spatiale**, par exemple à propos de formes, de relations et de transformations géométriques dans l'espace;

2) de faire l'**apprentissage de représentations graphiques utiles pour visualiser et communiquer des informations de nature non spatiale**, par exemple des fonctions numériques, des relations logiques, des données statistiques, etc.;

3) **d'utiliser des diagrammes, graphes, schémas, organigrammes, etc. comme supports pour la formation de concepts et la résolution de problèmes en mathématiques, et plus généralement comme moyens d'organisation de la pensée.**

## BUT DU PRESENT SEMINAIRE

**Compte tenu du temps disponible, nous traiterons exclusivement, durant ce séminaire, du premier des trois aspects précédents de la contribution des mathématiques au développement de la "graphicacy". Nous allons, à cette fin, commencer par présenter les résultats de deux études exploratoires.**

## ETUDES EXPLORATOIRES

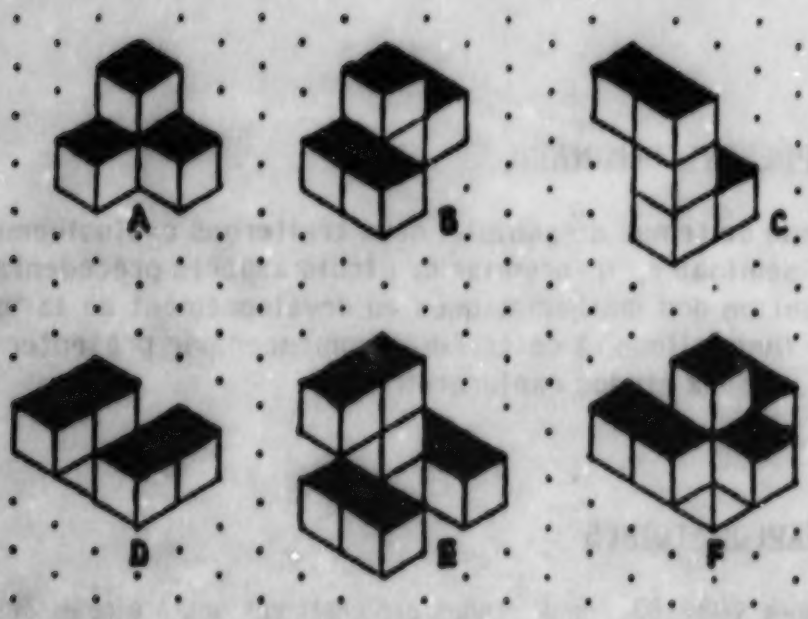
Durant l'année 1982-83, deux études exploratoires ont été réalisées en concertation, à Montréal par Ewa Puchalska et à Québec par Claude Gaulin. Les deux recherches, poursuivant les mêmes objectifs et faisant appel à la même méthodologie,visaient à recueillir et à analyser les productions fournies par des élèves d'âges divers lors d'une épreuve de représentation sur papier de certaines formes géométriques à trois dimensions.

### Méthodologie

L'épreuve a été administrée à environ 500 élèves provenant de 11 classes de Montréal et 10 classes de Québec, à peu près également réparties entre cinq niveaux: 4e année, 6e année, Secondaire 1, Secondaire 2 et Secondaire 5. L'âge des sujets dans l'échantillon étudié variait de 9 à 17 ans.

Dans chaque classe, l'épreuve a été administrée à tous les élèves simultanément, chacun répondant individuellement sur une feuille de papier. Le temps d'exécution de la tâche n'était pas limité a priori; dans la grande majorité des cas, l'épreuve a été complétée en 35 minutes environ.

La tâche consistait à représenter sur papier, à l'aide de mots et/ou de dessins, une forme polycubique (fabriquée avec des cubes de plastique identiques, collés ensemble). Les six formes A, B, C, D, E, F illustrées ci-dessous ont été à peu près également réparties entre les élèves de chacune des classes.




Chaque sujet a reçu l'une des six formes précédentes, ainsi qu'une feuille de papier avec une consigne imprimée et beaucoup d'espace pour répondre. Environ 50% des sujets ont été confrontés à une consigne de type "algorithmique" leur demandant d'expliquer comment construire la forme leur ayant été remise:

> "Tu as un ami qui vit en France et qui possède une boîte de cubes de plastique qui sont tous de la même grosseur. Tu voudrais que ton ami se construise une forme comme celle que tu as devant toi. Prépare un message que tu pourrais lui envoyer pour qu'il soit capable de la construire. Tu peux donner tes explications avec des mots ou des dessins, comme tu le veux."

Les autres ont reçu une consigne de type "descriptif" leur demandant d'expliquer comment reconnaître la forme parmi d'autres:

> "Tu as un ami qui vit à Ottawa. Près de chez lui, il y a un magasin où l'on vend toutes sortes de formes fabriquées avec des cubes de plastique. Tu voudrais que ton ami se rende à ce magasin pour t'acheter une forme comme celle que tu as devant toi. Prépare un message que tu pourrais lui envoyer pour qu'il soit capable de la reconnaître dans le magasin. Tu peux donner tes explications avec des mots ou des dessins, comme tu le veux."

Au début de l'épreuve, on a demandé aux élèves de lire attentivement la consigne, au moins deux fois, avant de répondre. On leur a également précisé qu'ils pouvaient manipuler la forme autant qu'ils le voulaient.

La méthodologie utilisée, basée sur un "jeu de messages", a été inspirée des travaux de Guy Brousseau de l'IREM de Bordeaux, à la différence cependant que, compte tenu du but visé dans nos études exploratoires, nous avons limité l'épreuve au codage (émission) de messages, sans la faire suivre d'activités de décodage (réception) de ces messages.

Afin de mieux pouvoir analyser les productions écrites, dans chacune des 21 classes nous avons réalisé des **entrevues individuelles** avec environ 20% des élèves, durant les heures suivant l'administration de l'épreuve.

Objectifs visés

Ces études exploratoires avaient comme principal objectif d'observer et d'analyser les types de messages produits par les sujets. Mais elles visaient également à étudier la variation des productions selon l'âge des sujets, selon le type de consigne et selon la complexité de la forme, de même que les types d'"erreurs" relevées dans les messages recueillis.

Nous avions ainsi l'espoir de recueillir suffisamment de données intéressantes pour pouvoir mener par la suite une recherche plus spécifique.(1)

Types de messages obtenus

En analysant les messages produits par les quelque 500 sujets, nous avons observé deux faits particulièrement frappants:

(1) **la grande variété, à tous les âges, des types de productions obtenues;**
(2) **la prédominance, à tous les âges, de ce que nous appelons des "vues orthogonales codées".**

---

(1) Une recherche intitulée "**Représentations graphiques codées et interaction sociale**" et subventionnée pour trois ans par le Fonds FCAR a effectivement été entreprise en 1984, sous la direction conjointe de Claude Gaulin, Gérald Noelting et Ewa Puchalska.

[Remarque: Durant la phase finale de nos travaux, nous avons appris que A. Bessot et M. Eberhardt (1982a; 1982b) avaient tout récemment fait les deux mêmes constatations, quoique avec un échantillon assez restreint, dans le cadre d'une recherche menée à Grenoble et sous certains rapports semblable à la nôtre. A leur tour, Franchi et de Azevedo (1983) ont plus tard observé les deux mêmes tendances à São Paulo.]

A partir des réponses des élèves, nous avons identifié les 6 catégories (pas nécessairement disjointes) de messages suivantes:

- **descriptions purement verbales**
- **description par couches parallèles**
- **description à l'aide de plusieurs vues orthogonales (mentionnées explicitement)**
- **description à l'aide d'une "vue orthogonale codée"**
- **tentatives de dessin en perspective**
- **autres**

Dans ce qui suit, nous allons présenter brièvement chacune de ces catégories à l'aide d'exemples de messages produits par certains élèves.

## DESCRIPTIONS PUREMENT VERBALES

Les descriptions purement verbales ont été relativement peu nombreuses et leur utilisation diminue avec l'âge des sujets. En voici des exemples.

On remarquera que les trois premiers cherchent à décrire l'apparence globale de la forme correspondante (messages de type "descriptif"), alors que les autres tendent plutôt à énumérer les étapes de construction de la forme (messages de type "algorithmique").

**Tu as besoin de 5 cubes carrés pour le faire. Il a la forme d'un L avec un petit balcon.** **(Forme B; 10 ans)**

**La figure que je vais décrire a 4 cubes, 24 faces, 36 arrêts, 21 coins et elle est rouge. (Forme A; 10 ans)**

**Tu dois avoir une croix, avec un bloc sur le dessus au milieu. Il y a aussi un bloc sur l'autre face de la croix, mais il est placé par en-haut. (Forme F; 9 ans)**

**Place un cube à droite. Place un autre cube à gauche et un autre cube au centre. Place un autre en haut du centre. (Forme B; 10 ans)**

**Tu mets 2 cubes un à côté de l'autre et puis tu les colles ensemble, et puis tu mets un autre cube sur celui à droite et tu colles un autre cube en avant de celui-là, et puis tu colles un autre à droite de ce cube. (Forme D; 13 ans)**

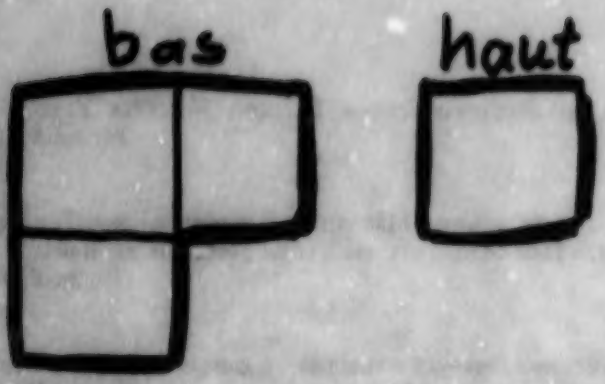
**1° Prendre 2 cubes et les poser un à côté de l'autre (a,b).**
**2° Prendre un autre cube (c) et le déposer en arrière du cube a.**
**3° Prendre 2 autres cubes collés ensemble (D,E) et les déposerr de façon à ce que D soit sur C et que F soit à gauche de D. (Forme D; 15 ans)**

On peut observer de nombreuses ambiguités dans ce genre de messages purement verbaux. Cela n'a rien d'étonnant quand on considère à quel point il est difficile et complexe de décrire avec des mots certaines relations dans l'espace à trois dimensions.

## DESCRIPTIONS PAR COUCHES PARALLELES

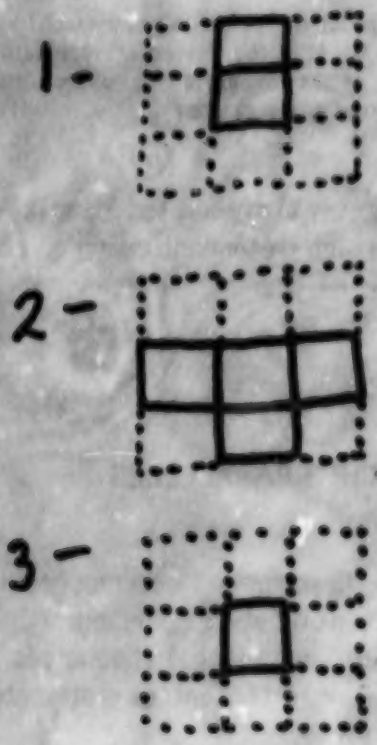
Dans ce genre de messages, la forme est décomposée mentalement en couches parallèles successives d'un cube d'épaisseur. Chaque couche est représentée par un dessin plan, dans lequel chacun des cubes est illustré à l'aide d'un petit carré. Nous avons rencontré relativement peu de messages de ce type produits par les élèves.

Dans l'exemple suivant, l'auteur a imaginé la forme A décomposée en deux couches parallèles, mais il a oublié d'indiquer comment on doit superposer la seconde à la première !




(12 ans; forme A)

Voici un exemple bien réussi de description par couches parallèles de la forme F. L'emploi d'une sorte de trame de fond permet de situer chacune par rapport aux autres.

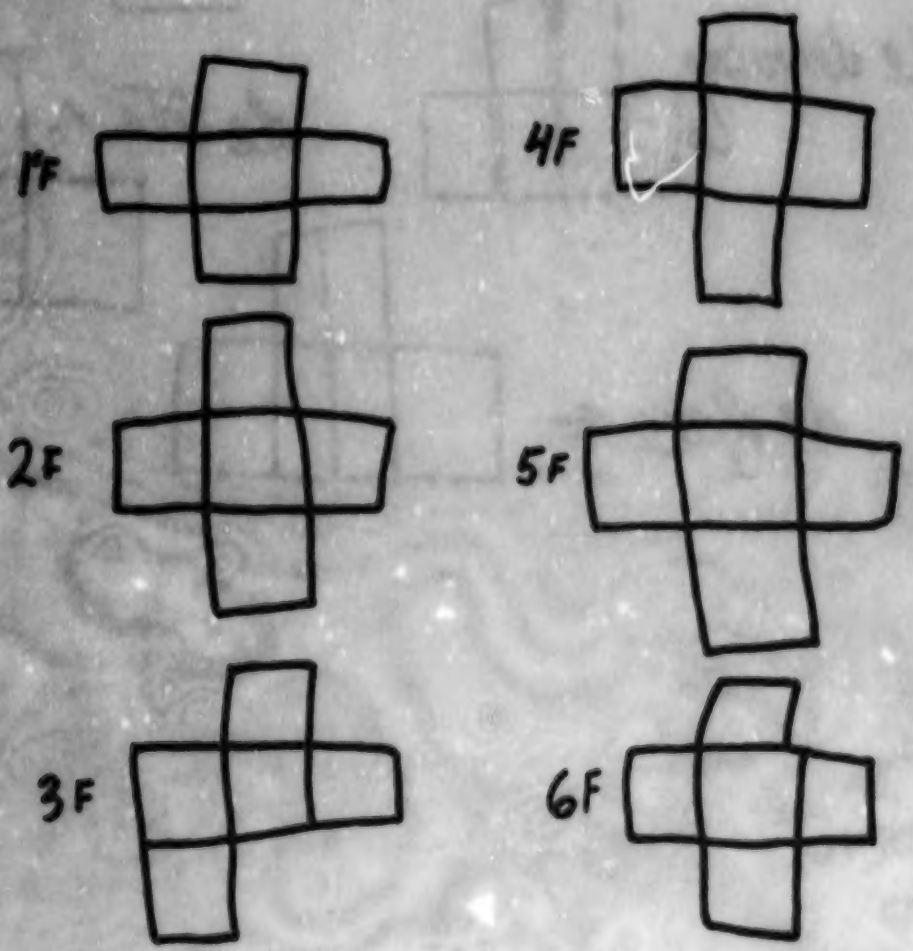



(13 ans; forme F)

## DESCRIPTIONS A L'AIDE DE PLUSIEURS VUES ORTHOGONALES (MENTIONNEEES EXPLICITEMENT)

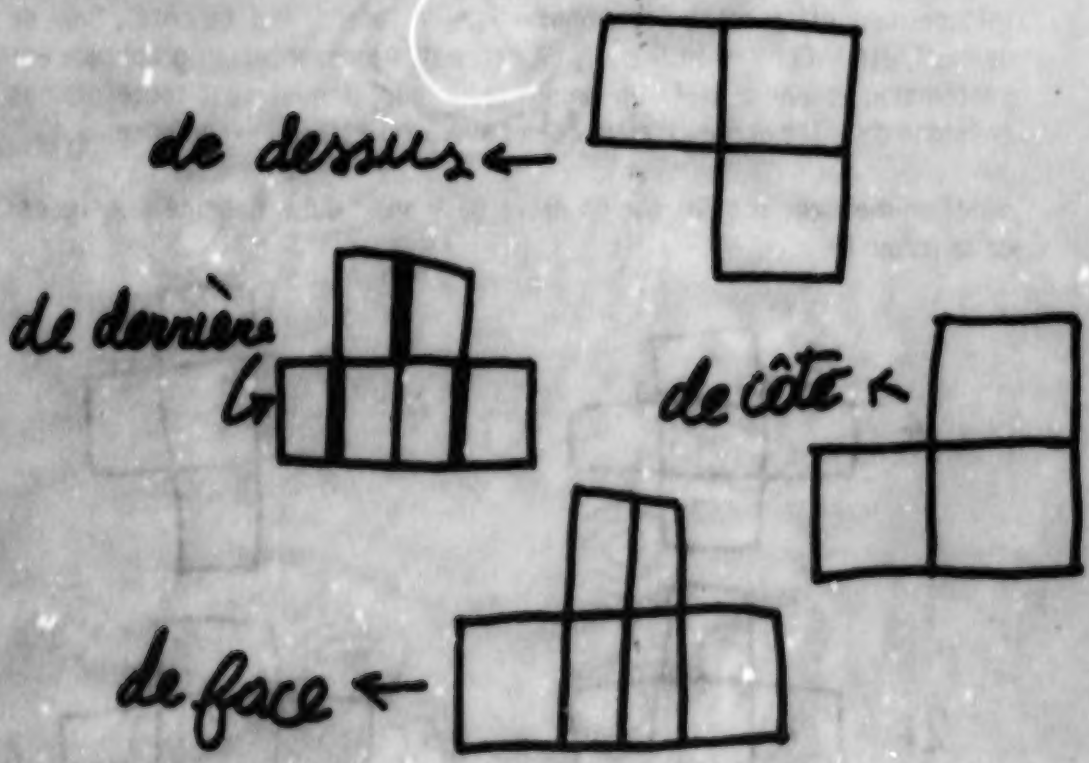
Dans leurs messages, de nombreux élèves ont spontanément donné simultanément plusieurs projections orthogonales de leur forme polycubique (placée dans différentes positions): "vue de face", "vue de côté", "vue de dessus", etc. Comme on le sait, ce genre de représentation graphique est systématiquement utilisée en dessin technique, lequel n'est toutefois pas enseigné dans les écoles fréquentées par les sujets de l'expérience.

Voici un message produit par un élève de 9 ans, qui a dessiné six "faces" de la forme F:



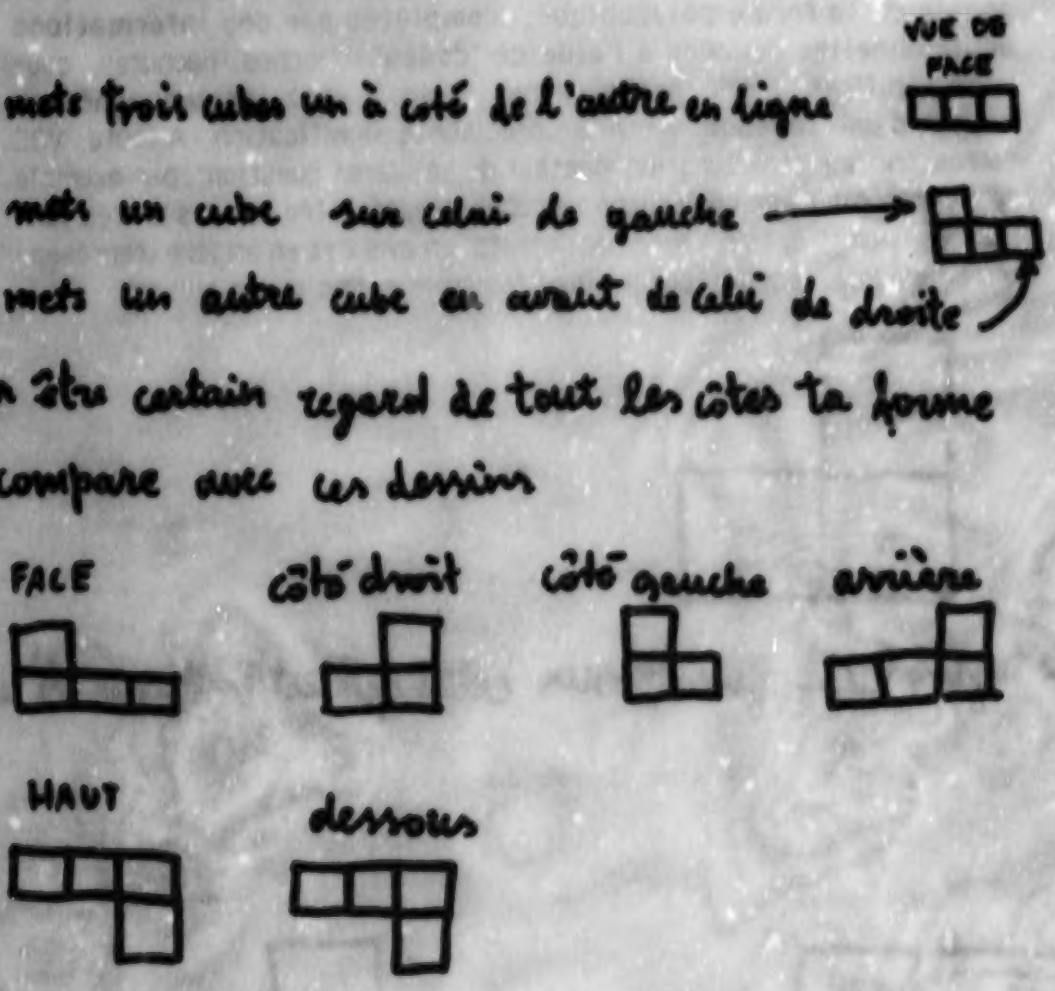

(9ans; forme F)

Comme le montre l'exemple suivant, la forme est parfois placée obliquement par rapport au plan de projection.




(9ans; forme A)

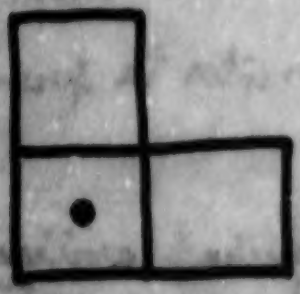
Nous avons également retrouvé des descriptions de ce genre dans certains messages de type "algorithmique":




(13 ans; forme C)

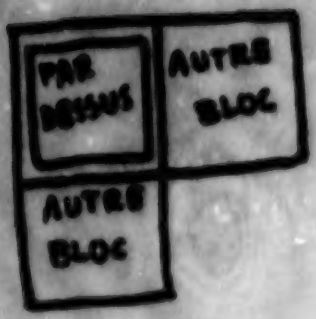
## DESCRIPTION A L'AIDE D'UNE "VUE ORTHOGONALE CODEE"

Beaucoup d'élèves de tous âges produisent spontanément ce que nous appelons des "vues orthogonales codées" (VOC). Une **VOC** est **une vue orthogonale de la forme polycubique, complétée par des informations additionnelles données à l'aide de "codes"** (flèches, hachures, couleurs, chiffres, mots, petits signes divers, etc.) **accompagnés au besoin d'une légende** venant en préciser la signification. A toute VOC correspond une structuration mentale du solide en question, par exemple sa décomposition en une couche de cubes (représentée par des carrés juxtaposés dans le dessin) avec des "ajouts" en avant et en arrière (représentés à l'aide de "codes"), comme dans les trois exemples qui suivent.

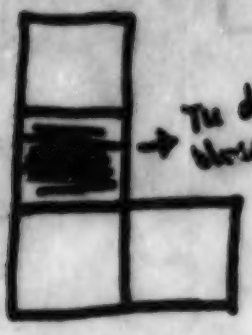


Place ton 4e cube par-dessus celui qui est indiqué d'un ●

(14 ans; forme A)

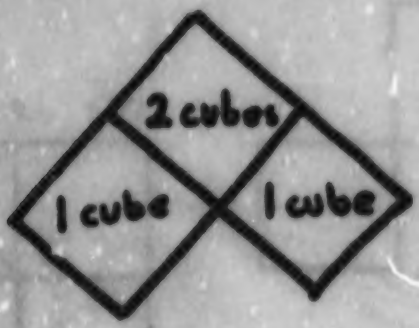



(13 ans; forme A)




(15 ans; forme B)

Certaines VOC présentent des codes numériques. Par exemple, des nombres inscrits dans les petits carrés viennent préciser combien de cubes juxtaposés forment chacune des colonnes vue "de dessus".



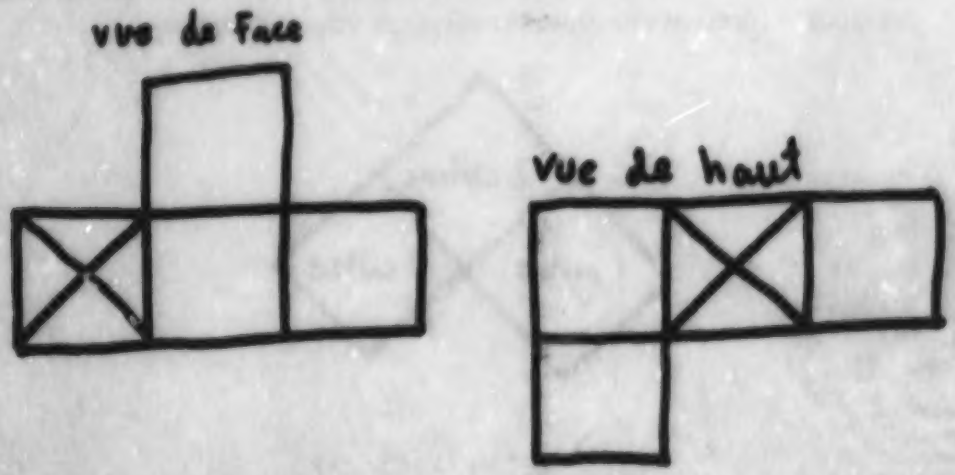

(13 ans; forme A)

Dans d'autres VOC, en plus de la couche de cubes vue orthogonalement, une seconde couche de cubes est représentée distinctement, à l'aide d'un code approprié.

Lorsque les cubes sont en pointillés ils sont à la hauteur du 2ième cube.

(17 ans; forme D)

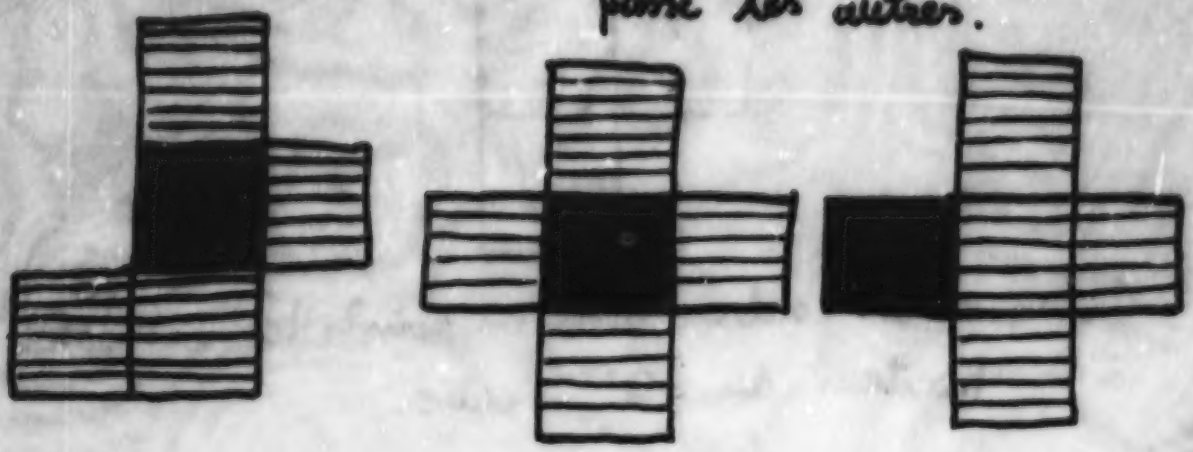
Pour plus de securité, certains messages présentent simultanément deux ou ou trois VOC de la forme polycubique (il peut alors y avoir chevauchement avec la catégorie précédente de messages).




A chaque place où il y a un X ça veut dire qu'il y a deux cubes un par dessu l'autre

(12 ans; forme B)

ce qui est en plus foncé ça veut dire qu'il dépasse les autres.



(12 ans; forme F)

On rencontre aussi des messages du type "algorithmique" utilisant des vues orthogonales codees.

avec 3 cubes tu fais une ligne (vue de haut) | 1 | 2 | 3 |

4ème cube tu le mets sur le 1er (vu de côté)

| 4 | |
|---|---|
| 1 | 2 3 |

tu en prends 5e et tu le places à côté du 3e (vu de face)

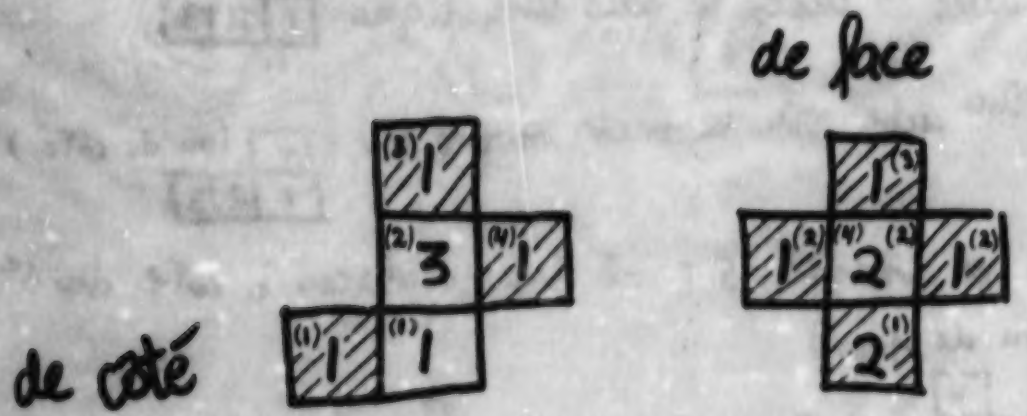
| | 4 | |
|---|---|---|
| 5 | 3 | |

et ça donne cette forme

| | | |
|---|---|---|
| 1 et 4 sont l'un sur l'autre | 2 | 3 |
| | | 5 |

(16 ans; forme C)

Voici enfin un exemple assez complexe de message que nous avons obtenu, où trois types de codes sont utilisés simultanément: un code numérique précisant combien de cubes sont collés ensemble le long de chaque colonne de cubes, un autre code numérique indiquant les étapes de construction de la forme polycubique et des hachures pour représenter certains cubes en saillie par rapport à d'autres. Il s'agit donc d'un message du type "algorithmique", malgré son apparence statique.




non hachuré ☐ veut dire qu'il est plus sorti que les autres
le petit chiffre [1] donne l'étape
le gros chiffre [3] donne le nombre de cubes collés ensemble
hachuré ▨ veut dire qu'il est plus loin que les autres

(16 ans; forme F)

**Les vues orthogonales codées constituent la catégorie la plus importante en nombre des "messages" produits par les élèves de tous les âges.** Cela est assez étonnant, compte tenu du fait que ce genre de représentations ne figure pas dans les programmes de mathématiques enseignés dans les écoles québécoises. [C'est suite à cette constatation que les auteurs, conjointement avec le psychologue Gérald Noelting, ont décidé d'entreprendre en 1984 une nouvelle recherche centrée sur l'étude de la communication spatiale au moyen de VOC.]

## TENTATIVES DE DESSIN EN PERSPECTIVE

Parmi les productions des élèves, nous avons retrouvé un certain nombre de tentatives, plus ou moins bien réussies, de réprésenter la forme polycubique au moyen d'un dessin en perspective parallèle.

Pour classifier ces "messages", nous nous sommes basés sur la théorie du développement du dessin géométrique (de certains solides réguliers) chez les enfants proposée par Mitchelmore. Celui-ci distingue quatre stades de développement, lesquels sont illustrés à la page suivante dans le cas particulier du dessin d'un prisme rectangulaire et que l'auteur décrit sommairement ainsi[1]:

> "*Stage I (Plane schematic)* The figure is represented by a single face drawn orthoscopically (i.e. as if viewed orthogonally) or by a general outline.
>
> *Stage II (Space schematic)* Several faces are shown, but either the faces are drawn orthoscopically or hidden faces are included.
>
> *Stage III (Prerealistic)* The drawing attempts to represent the view from a single viewpoint and to depict depth.
>
> *Stage IV (Realistic)* Parallel edges in space are represented by near-parallel lines on paper."

---

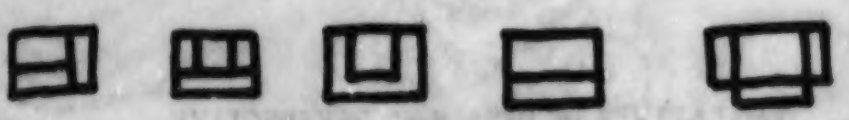
(1) Voir Mitchelmore, M.C.: "Developmental stages in children's representation of regular space figures", Journal of Genetic Psychology, 133, 229-239 (1978).

**STADES DE DEVELOPPEMENT DU DESSIN GEOMETRIQUE DE SOLIDES REGULIERS SELON MITCHELMORE**

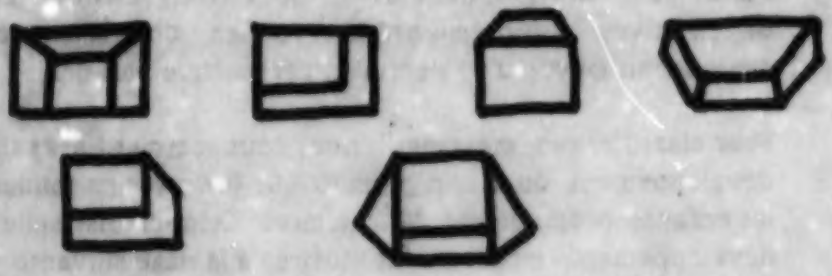
**Exemple: dessin d'un prisme rectangulaire**

**Stade I**

**Stade II**



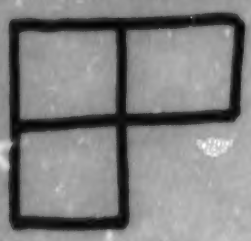
**Stade IIIa**



**Stade IIIb**

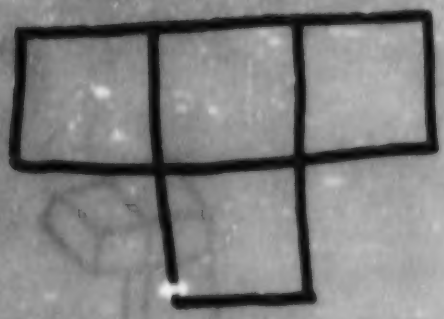
**Stade IV**

Voici un exemple de dessin caractéristique du stade I de Mitchelmore:

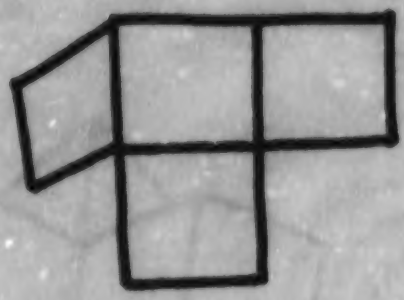


(12 ans; forme A)

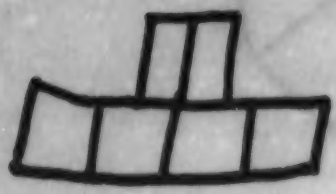
Les trois dessins qui suivent correspondent au stade II. On y remarque des "rabattements" typiques.



(9ans; forme A)

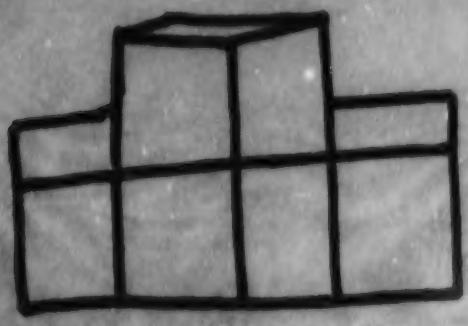


(11 ans; forme A)

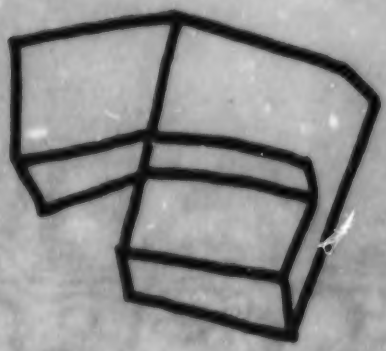


(11 ans; forme A)

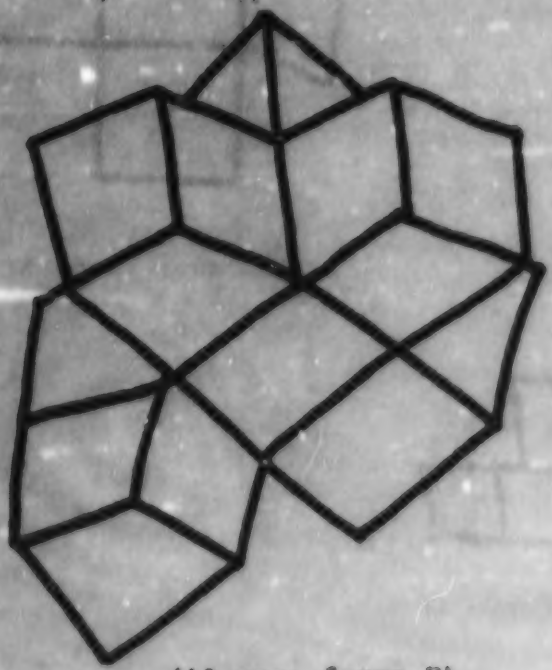
Voici huit exemples de dessins caractéristiques du stade III de Mitchelmore. On y retrouve des productions de sujets de tous les âges.



(13 ans; forme A)

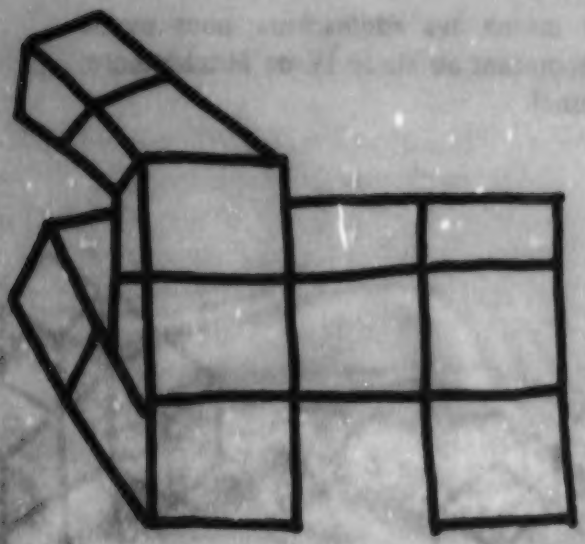


(13 ans; forme A)

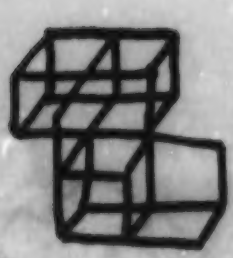


(10 ans; forme F)

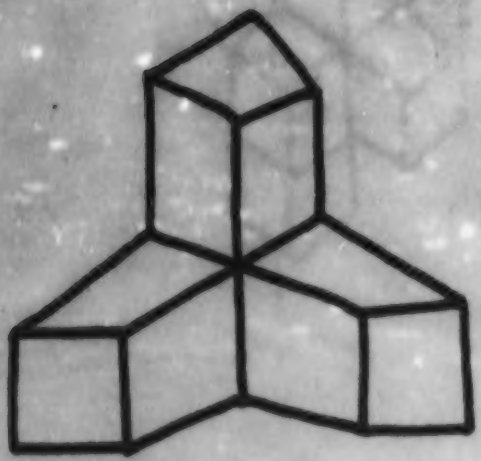
(13 ans; forme C)



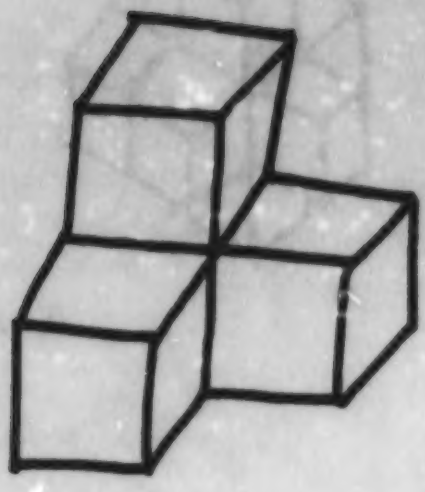
(11 ans; forme E)



(17 ans; forme D)

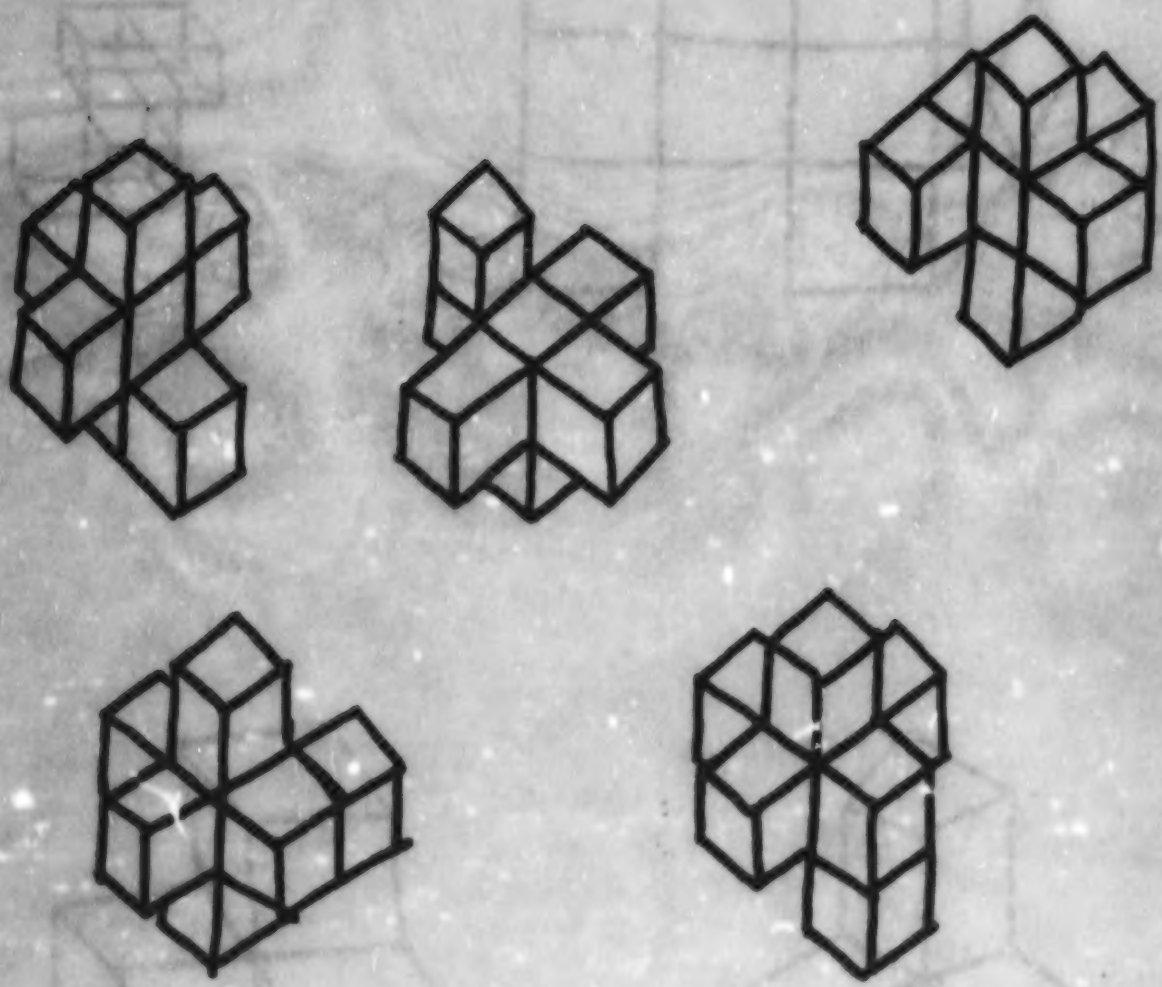


(13 ans; forme A)



(10 ans; forme A)

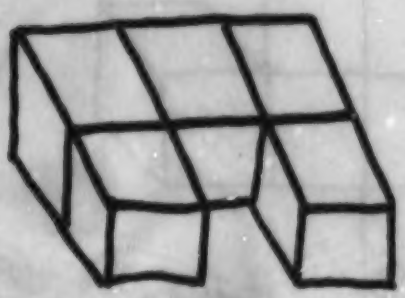
Parmi les productions des élèves, même des adolescents, nous avons recueilli très peu de dessins correspondant au stade IV de Mitchelmore. En voici un exemple assez exceptionnel.



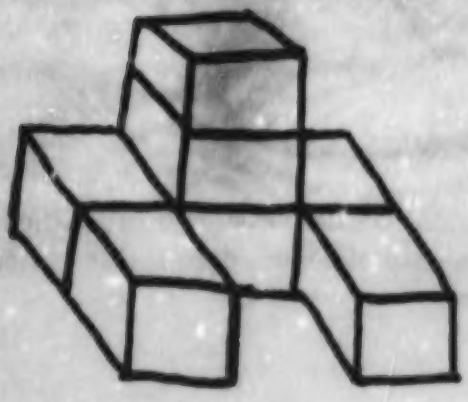
(14 ans; forme F)

**On trouve aussi des dessins en perspective dans des "messages" du type algorithmique:**

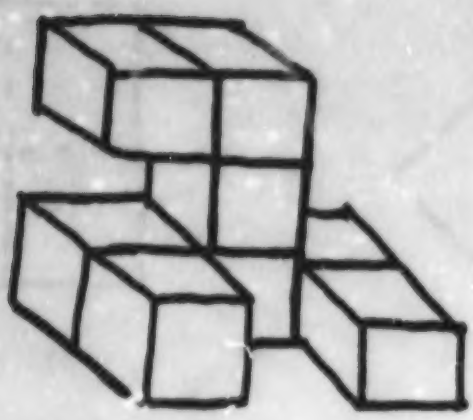
1.



2-

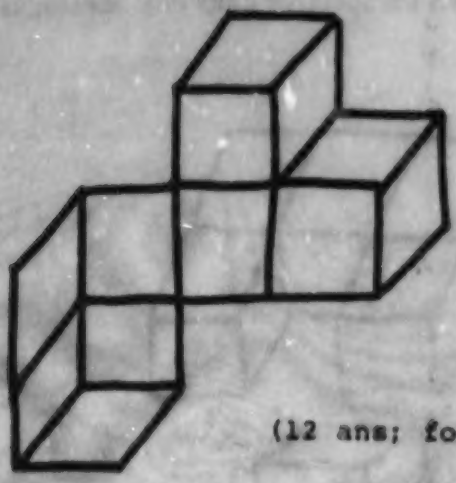


3-



(14 ans; forme E)

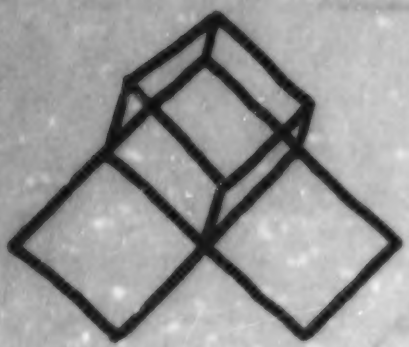
Nous avons trouvé plusieurs erreurs de perspective dans les productions de certains élèves. En voici une particulièrement intéressante.



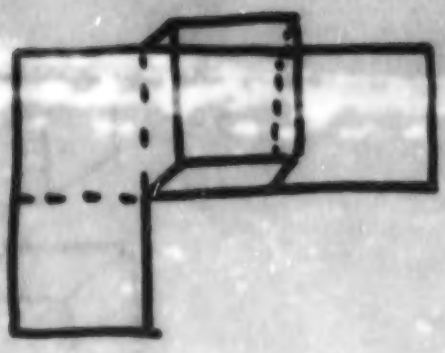
(12 ans; forme B)

## AUTRES TYPES DE MESSAGES

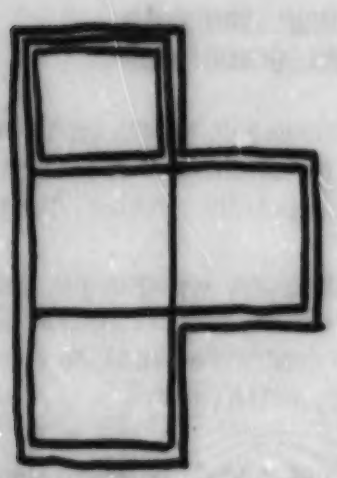
Cette catégorie hétérogène contient quelques productions d'élèves que nous n'avons pas pu inclure naturellement dans les cinq catégories précédentes. En voici trois exemples.



(9 ans; forme A)



(13 ans; forme B)



(13 ans; forme B)

## L'IMPORTANCE DE METTRE L'ACCENT SUR UNE VARIETE DE REPRESENTATIONS GRAPHIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT

**Dans le cadre du présent séminaire, nous voulons insister tout particulièrement sur l'importance et la nécessité, dans l'enseignement des mathématiques, de fournir à tous les élèves de multiples occasions d'explorer une variété de représentations graphiques utiles pour visualiser et communiquer de l'information de nature spatiale. La richesse et l'originalité des productions spontanées que nous avons obtenues avec des élèves d'âges divers dans les deux études exploratoires précédentes montrent que cela est réaliste et certainement faisable.**

**Pour justifier cette importance et cette nécessité, nous invoquons quatre arguments de nature différente.**

### A) Le développement de la "graphicacy" en tant qu'objectif fondamental en éducation

Nous avons précédemment insisté sur l'importance de la "graphicacy" en tant que mode de communication, ainsi que sur la contribution que peut apporter l'enseignement des mathématiques à son développement. Or, l'exploration de divers types de représentations graphiques de formes et de relations géométriques dans trois dimensions constitue l'un des trois aspects importants de cette contribution (voir page 4).

## B) L'importance pratique courante des représentations graphiques

Des représentations graphiques de divers types sont couramment utilisées dans un grand nombre de situations pratiques et de disciplines pour véhiculer de l'information spatiale. En voici quelques exemples:

- cartes, plans et croquis: en topographie, géographie, géologie, météorologie, architecture, pour se repérer et trouver son chemin (par exemple dans un centre d'achats), pour illustrer des réseaux routiers (avion, train, métro), etc.

- diagrammes et organigrammes contenant des instructions: pour assembler par exemple un meuble ou des pièces d'un jeu de construction, pour faire fonctionner un appareil, pour coudre ou tricoter ou crocheter, etc.

- dessins descriptifs de caractère scientifique ou technique: en anatomie, botanique, mécanique, génie, ...; modèles d'atomes et de molécules, etc.

Compte tenu de l'**omniprésence des terminaux graphiques d'ordinateurs** dans la société d'aujourd'hui, l'habileté à communiquer au moyen de représentations graphiques diverses (ou tout au moins à en interpréter) va vraisemblablement être de plus en plus requise dans l'avenir.

## C) La nécessité de rétablir le développement de l'intuition de l'espace comme étant l'un des objectifs majeurs de l'enseignement de la géométrie

Depuis longtemps, des didacticiens de la mathématique tels que Bishop, Clements, Mitchelmore, Tahta et autres proclament qu'un objectif majeur de l'enseignement de la géométrie qui a été négligé durant la vague de "mathématique moderne" et qui devrait être rétabli est le développement de l'intuition de l'espace chez les élèves, y compris leur habileté à visualiser de l'information spatiale et à en communiquer à l'aide de différents moyens. Compte tenu de la véritable confusion qui subsiste présentement concernant la définition de termes tels que "habileté spatiale", "intuition de l'espace" et "visualisation", nous préférons parler

d'un tel objectif en prenant comme référence deux types de "ability construct" qui, selon Alan Bishop (1980), sont plus utiles et pertinents pour la recherche en didactique des mathématiques que les définitions proposées par les psychologues:

1. The ability for interpreting figural information (IFI)
   This ability involves understanding the visual representations and spatial vocabulary used in geometry work, graphs, charts and diagrams of all types. Mathematics abounds with such forms and IFI concerns the reading, understanding and interpreting of such information. [...]

2. The ability for visual processing (VP)
   This ability involves visualization and the translation of abstract relationships and nonfigural information into visual terms. It also includes the manipulation and transformation of visual representations and visual imagery."

(Bishop 1983, p. 184)

Certaines connaissances à propos des représentations graphiques et de leurs conventions implicites sont nécessaires au développement de IFI et probablement aussi au développement de certains aspects de VP. Il s'ensuit que, pour développer leur intuition de l'espace et leur habileté à visualiser des formes et des relations dans trois dimensions, les étudiants ont absolument besoin d'acquérir de l'expérience avec divers types de représentations graphiques, Nous voulons insister sur le fait que **nous ne faisons pas allusion ici à un enseignement systématique de techniques, mais plutôt à une familiarisation qui soit le fruit d'activités d'exploration occasionnelles**.

**D) Le besoin d'une diversité de telles représentations**

Avec tout le respect dû à de nombreux pédagogues de l'art et psychologues qui font référence aux travaux de Piaget pour expliquer la genèse de la représentation de l'espace chez les individus, nous souhaitons affirmer notre accord profond avec la thèse avancée par Josiane Caron-Pargue

(1979, ch. 1) à l'effet que **le dessin en perspective n'est qu'un mode de représentation graphique parmi d'autres, chacun possédant ses caractéristiques et ses mérites**". Les résultats obtenus par L. Páez Sanchez (1980) avec des adultes ayant reçu peu d'instruction formelle à l'école, de même que les observations faites par Caron-Pargue nous amènent à faire l'hypothèse du développement d'habiletés *"simultanées, mais inégalement accessibles"* correspondant à différents modes de représentation graphique: dessin en perspective, dessin isométrique, vue orthogonale codée, représentation par couches ou sections parallèles, etc. Evidemment, d'une telle hypothèse découle l'importance de proposer aux élèves des activités exploratoires de communication d'information spatiale au moyen de représentations graphiques de divers types.

## QUELQUES PRINCIPES METHODOLOGIQUES GENERAUX

Faute de temps, nous allons nous contenter d'esquisser, en terminant, cinq principes méthodologiques généraux qu'il nous apparaît essentiel de respecter en mathématiques si l'on veut mettre l'accent, d'une façon réaliste et profitable pour tous les élèves, sur l'emploi d'une variété de représentations graphiques pour communiquer de l'information de nature spatiale.

1. Avant que l'on tente de mettre l'accent sur l'emploi de moyens graphiques pour représenter des formes et des relations dans trois dimensions, il va sans dire que **les élèves doivent être auparavant impliqués dans un nombre suffisamment grand d'activités préliminaires d'exploration faisant appel à des situations problématiques réelles et à des matériels de manipulation.**

2. **L'objectif n'est pas d'enseigner aux élèves les codes conventionnels tout faits** (tels que ceux utilisés en cartographie ou en dessin technique), **mais plutôt de leur fournir des occasions d'explorer activement une variété de situations** dans lesquelles des représentations sont utiles pour communiquer de l'information spatiale. **Ce qui importe le plus, ce sont les processus de décodage et d'encodage, plutôt que les produits qui en résultent.**

**3. L'exploration de représentations graphiques devrait, autant que possible, former <u>un thème réapparaissant périodiquement dans le programme, durant plusieurs années,</u>** plutôt que de former un chapitre ou une unité d'enseignement isolée.

**4. De telles activités d'exploration apparaissent particulièrement bien adaptées pour le 2e cycle du primaire et le 1er cycle du secondaire.** Idéalement, celles proposées aux élèves en mathématiques (géométrie) et dans d'autres disciplines enseignées à ces niveaux devraient avoir des rôles complémentaires.

**5.** Il faut garder à l'esprit qu'**un objectif important de telles activités est de stimuler le développement de l'intuition spatiale et de l'habileté à visualiser des élèves,** en plus de les familiariser avec divers moyens de représentation graphique.

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>

En annexe apparaît la bibliographie qui accompagnera notre article:

PUCHALSKA, E. & GAULIN, C. (1986) Coded Graphical Representations: A Valuable but Neglected Means of Communicating Spatial Information in Geometry. In I. WIRSZUP (Ed.) <u>Proceedings of the University of Chicago School Mathematics Project International Conference on Mathematics Education</u> (Chicago, March 28-30 1985). Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.

A. T. M. (1982) Geometric images. Derby, England: Association of Teachers of Mathematics.

BALCHIN, W.G.V.(1972) Graphicacy. Geography, vol. 57, part 3.

BERTIN, J. (1967) Sémiologie graphique -- Les diagrammes, les réseaux, les cartes. Paris: Gauthiers Villars.

BERTIN, J. (1977) La Graphique et le Traitement Graphique de l'information. Paris: Flammarion. English version (1981): Graphics and Graphic Information-Processing. New York: W. de Gruyter.

BESSOT,A. & EBERHARD,M. (1982a) Représentations d'assemblages de cubes au C.M. Grand N, mars 1982. IREM, Université de Grenoble.

BESSOT,A. & EBERHARD,M. (1982b) Représentations d'assemblages de cubes au C.E. Grand N, déc. 1982. IREM, Université de Grenoble.

BIEHLER,R. (1982) Explorative Datenanalyse -- eine Untersuchung aus der Perspektive einer deskriptiv-empirischen Wissenschaftstheorie. Institut für Didaktik der Mathematik, Universität Bielefeld, West Germany.

BISHOP,A. (1974) Visual mathematics. In Proceedings of the ICMI-IDM Regional Conference on the Teaching of Geometry. Institut für Didaktik der Mathematik, Universität Bielefeld, West Germany.

BISHOP,A. (1980) Spatial and mathematical abilities: A reconciliation. Paper presented at the Conference on Mathematical Abilities at the University of Georgia at Athens, U.S.A.

BISHOP,A. (1982) Towards relevance in the teaching of geometry. In G. NOEL (Ed.) Proceedings of the International Colloquium on Geometry Teaching. Université de l'Etat à Mons, Belgium.

BISHOP,A. (1983) Space and Geometry. In LESH,R. & LANDAU,M. (Eds.) Acquisition of Mathematics Concepts and Processes. New York: Academic Press.

BOARDMAN,D.(1976) Graphicacy in the Curriculum. Educational Review, volume 28, no. 2.

BOARDMAN,D. (1983) Graphicacy and Geography Teaching. London: Croom Helm.

BOERO,P. (1981?) La geometria per la conoscenza del territorio. Istituto di Matematica, Università di Genova.

BOWMAN,W.J. (1968) Graphic Communication. New York: Wiley.

BROUSSEAU,G.(1972) Processus de mathématisation. Buelletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public, février 1972.

CARON-PARGUE,J. (1979) Etude sur les représentations du cube chez des enfants de 3 à 11 ans -- La représentation et le codage de propriétés spatiales. Thèse de doctorat de 3e cycle en psychologie.Université de Paris.

CARON-PARGUE,J.(1985) Le dessin du cube chez l'enfant -- Organisations et réorganisations de codes graphiques. Berne: Peter Lang.

CHERNOFF,H. (1978) Graphical representation as a discipline. In WANG,P.P.C. (Ed.) Graphical representation of multivariate data. New York: Academic Press.

CIEAEM (Commission Internationale pour l'Etude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques) (1981) Actes de la 33e rencontre internationale organisée à Pallanza, Italie sur le thème "Processus de géométrisation et de visualisation", publiés sous la direction de M. PELLEREY.

DE LANGE,J. (1984) Geometry for all: no geometry at all? Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 84/3.

DREYFUS,T. & EISENBERG,T. On Spatial Reasoning: Implications for Teacher Education. Unpubl. paper (?). Holon & Beer Sheva, Israel.

FRANCHI,A. & de AZEVEDO,M.V.R.(1983) Relatório de uma experiência. Unpubl. paper. Póntifica Universidade Católica, São Paulo.

FREEMAN,N.H. (1980) Strategies of Representation in Young Children. New York: Academic Press.

GAULIN,C.. (1974) Genuine Geometrical Activities for Elementary Schools. In Proceedings of the ICME-JSME Regional Conference on Curriculum and Teacher Training for Mathematical Education. Tokyo: Japanese Society for Mathematical Education.

GAULIN,C. & al. (1980) Explorations Géométriques, Tomes I et II. Québec: P.P.M.M., département de didactique, Université Laval.

GAULIN,C. & PUCHALSKA,E. (1983) Representations on paper of three-dimensional shapes. In BERGERON,J. & HERSCOVICS,N.(Eds.) Proceedings of the 5th Annual Meeting of PME-North American Chapter, Volume I. Université de Montréal.

GAULIN,C., NOELTING, G. & PUCHALSKA,E. (1984) The Communication of Spatial Information by means of Coded Orthogonal Views. In CARPENTER,T. (Ed.) Proceedings of the 6th Annual Meeting of PME-North American Chapter. Univ.of Madison, Wisconsin.

GILES,G. (1979) 3-D Sketching Series. DIME Projects. University of Stirling / Oliver & Boyd, Scotland.

HERDEG,W. (1981) DIAGRAMS -- The Graphic Visualization of Abstract Data. (4th ed.) Zürich: Graphis Press Corp.

INSTITUUT VOOR DE ONTWIKKELING VAN HET WISKUNDE ONDERWIJS (1976) Five Years IOWO -- IOWO Snapshots. Educational Studies in Mathematics, Vol 7, No 3.

KEATES,J.S.(1982) Understanding Maps. London: Longman.

LABORDE,C.(1982) Langue naturelle et écriture symbolique: deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique. Thèse de doctorat en didactique des mathématiques, Université de Grenoble.

LESH,R. & MIERKIEWICZ,D. (Eds.)(1978) Recent Research concerning the Development of Spatial and Geometric Concepts. Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC.

LIBEN,L.S., PATTERSON,A.H. & NEWCOMBE,N. (Eds.) (1981) Spatial Representation and Behavior Across the Life Span. New York: Academic Press.

MARTIN,J.L.(Ed.) (1976) Space and Geometry. Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC.

MIDDLE GRADES MATHEMATICS PROJECT (1982) Spatial Visualization Unit. Department of Mathematics, Michigan State University.

MITCHELMORE,M.C. (1980b) Three-dimensional geometrical drawings in three cultures. Educational Studies in Mathematics 11, 205-216.

MORRIS, C.(1971) Writings on the General Theory of Signs. The Hague: Mouton.

MULLER,P. (1981) Raumgeometrie in der Schule und für die Schule. Mathematica didaktika 4, 155-168.

NOELTING,G., PUCHALSKA,E. & GAULIN,C. (1985) Levels in the ability to communicate spatial information by means of coded orthogonal views. Paper presented at the AERA Annual Meeting, Chicago, March 31 1985.

PAEZ SANCHEZ,L. (1980) La représentation graphique de l'espace chez l'enfant et chez l'adulte peu scolarisé. Thèse de doctorat de 3e cycle en didactique des mathématiques. Université Paris VII.

PIAGET,J. & INHELDER,B. (1948a) La représentation de l'espace chez l'enfant. Paris: Presses Universitaires de France.

PIAGET,J., INHELDER,B. & SZEMINSKA,A. (1948b) La géométrie spontanée de l'enfant. Paris: Presses Universitaires de France.

SCHMID,C.F. & SCHMID,S.E. (1979) Handbook of graphic presentation. (2nd ed.) New York: Wiley.

SCHOOL MATHEMATICS PROJECT (1985) SMP 11 - 16 (series of booklets) Cambridge: Cambridge University Press.

SOUTHWORTH,M. & S. (1982) Maps -- A Visual Survey and Design Guide. Boston: Little, Brown & Co.

VAN SOMMERS,P. (1984) Drawing and Cognition. Cambridge: Cambridge University Press.

VISUAL EDUCATION CURRICULUM PROJECT (1981) Do you see what I mean? Learning Through Charts, Graphs, Maps and Diagrams. Canberra, Australia: The Curriculum Development Centre.

# Typologie des habiletés perceptives d'objets polyédriques

par Richard Pallascio, UQAM
Vincent Papillon, Collège Brébeuf
Dominique Dion, étudiant, U. de M.

Séminaire sur la Représentation
8 novembre 1985 - n°, 6

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

## INTRODUCTION

"J'entends, et j'oublie
Je vois, et je me souviens
Je fais, et je comprends"
(proverbe chinois)

### La perception spatiale

La perception spatiale est un atout pour la vie. Tout comme la lecture et l'écriture, elle doit être reconnue comme étant essentielle au développement et à la croissance de l'homme. Vivant dans un espace tridimensionnel, nous devons inévitablement intervenir dans notre environnement spatial, que ce soit pour changer notre position, ou à un niveau plus élaboré, pour concevoir l'art, l'architecture et le génie architectural pour l'usage d'autrui au sein de notre société. Pour n'importe quel type d'intervention de la sorte, l'habileté à percevoir les formes spatiales est d'égale importance, tant de la part du concepteur que des utilisateurs.

Qu'est-ce que la perception spatiale? Nous pouvons clarifier cela par analogie avec le processus de lecture du mot imprimé. Admettons qu'une personne reçoive un livre écrit en langue étrangère et qu'on lui en explique les symboles (lettres), la manière dont ils sont rassemblés dans des mots, la grammaire et les règles de prononciation. Elle sera en mesure de lire le livre, même à haute voix. Mais les sons émis pourraient lui être toujours incompréhensibles. Le message ne serait peut-être pas encore passé. Telle est l'expérience de la plupart des gens confrontés avec les dessins ou leur environnement tridimensionnel. Le message demeure dénaturé. Il n'y a pas d'image spatiale que l'on puisse manipuler, il n'y a pas de mémoire spatiale, il n'y a pas de pouvoir qui nous permette de prévoir les conséquences d'un changement de relations spatiales entre les objets.

Il est évident qu'il existe des niveaux d'utilisation des matériaux écrits. De la même manière, il y a des niveaux de perception spatiale, certains nécessaires à la vie de tous les jours, d'autres, requis à différents degrés de spécialisation humaine. Ainsi, un modeste degré de perception spatiale est requis pour se familiariser avec notre espace vital et le réorganiser. Un haut degré de perception spatiale et d'intuition géométrique est requis en cristallographie, en biochimie, en chirurgie, pour l'aviation, l'operation de pelles mécaniques, la sculpture, la chorégraphie et l'architecture. Et si le grand public doit utiliser, comprendre et apprécier les créations dans ces champs spécifiques

d'efforts soutenus. Ils doivent à leur tour avoir une meilleure compréhension des formes spatiales.

Une bonne formation à la perception spatiale peut permettre une condition humaine mieux adaptée à notre monde. Un entraînement à la perception spatiale commencé tôt peut créer des individus ayant moins de chance d'être lésés dans la réalisation de leurs tâches quotidiennes. En effet, un certain entraînement à la perception spatiale devrait être offert à n'importe quel âge et à tout niveau approprié de spécialisation professionnelle. Percevoir est peut-être une habileté fondamentale, au même titre que lire, écrire et compter. Or la perception spatiale est habituellement peu développée, rarement enseignée, et quasiment jamais expérimentée.[1]

## La perception, préalable à la représentation et à la pensée consciente

Piaget avait mis en lumière la nécessité de dissocier l'espace perceptif de l'espace représentatif, afin de bien comprendre l'ordre dans l'appropriation des propriétés géométriques: la notion de voisinage intervenant avant les autres axiomes euclidiens, l'intuition des dimensions fondée sur l'intériorité et l'extériorité intervenant avant l'abstraction d'un volume euclidien... "L'espace perceptif se construit beaucoup plus rapidement que l'espace représentatif; il atteint même un niveau déjà projectif et quasi-métrique au moment où débute la représentation imagée, et où celle-ci en demeure à la construction, et en partie à la reconstruction, des rapports topologiques élémentaires."[2]

Jaynes présente une démonstration convaincante de l'impossibilité de prendre conscience des choses que nous ne pouvons pas "spatialiser". Si on nous demande de penser au 20è siècle, nous aurons tendance à extraire certains évènements, probablement "de gauche à droite", comme sur la droite des réels, ceux du passé à gauche, l'origine représentant le moment présent, et le futur à droite! Or le temps n'a rien à voir avec la gauche et la droite! En effet, nous ne pouvons pas penser au

---

(1) "Le développement de la perception spatiale", Baracs, J. et R. Pallascio, Compte rendus de la 33è rencontre internationale de la CIEAEM: Processus de géométrisation et de visualisation, Italie, 1981, pp 37-49.

(2) La représentation de l'espace chez l'enfant, Piaget, J. et B. Inhelder, PUF, 1948, p 535.

temps, sans s'en être construit une image spatiale. La conscience est toujours une "spatialisation": "This spatialization is characteristic of all conscious thought".[3]

Pour Jaynes, en effet, la pensée consciente subjective est une analogie spatiale du monde réel, où les activités mentales sont les analogies d'actes physiques, ce qui explique la nécessité d'un recours à une imagerie spatiale. Comme le monde des mathématiques par rapport au monde des quantités, la conscience est cette invention d'un monde analogue, basé sur le langage, en parallèle du monde physique. "It is our sense of space in a way that no other modality can even approach. And it is that spatial quality that is the very ground and fabric of consciousness."[4]

C'est dans ce contexte que cette recherche a eu lieu, dans le but à long terme de déboucher sur une nouvelle didactique de la géométrie, du moins une didactique fondamentalement renouvelée et qui pourra tenir compte de l'ordre génétique dans l'appropriation des propriétés géométriques et des aspects développementaux mis à jour dans la perception structurale de l'espace.

(3) The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind, Jaynes, J., U of Toronto Press, 1976, p. 60

(4) Idem, p. 269

## LA PERCEPTION STRUCTURALE DE L'ESPACE

L'espace peut se caractériser de plusieurs points de vue: physique, social, géométrique, etc. Notre recherche s'est intéressée à la perception d'un espace géométrique. Cette perception peut s'examiner sous un angle formel (ou figuratif) ou structural (ou opératoire). Alors qu'une perception formelle consiste en l'intériorisation[1] quantitative d'un modèle spatial par l'analyse et la synthèse de ses propriétés en termes de rapports, de proportions, de mesures et de coordonnées, la perception structurale considère plutôt l'intériorisation qualitative d'un modèle spatial par l'analyse et la synthèse de ses propriétés topologiques, projectives, affines et métriques. Nous privilégions dans notre étude cette dernière approche. "La représentation spatiale est une action intériorisée et non pas simplement l'imagination d'un donné extérieur quelconque."[2]

L'ordre que l'on retrouve dans l'intégration des propriétés géométriques d'un point de vue génétique correspond aux étapes identifiées par Jean Piaget, qui avait démontré le parallélisme de cet ordre avec celui de leur construction axiomatique, et par le fait même l'inversion de cet ordre avec leur développement historique. "Les rapports topologiques, d'abord, puis les relations projectives et euclidiennes, supposent un nombre croissant de coordinations toujours plus complexes entre les actions elles-mêmes..."[3] Bien que Piaget ne distinguait pas en pratique les plans projectif et affin, nous retrouvons dans ses travaux l'appropriation partiellement ordonnée de l'espace topologique mettant en relation des objets ou des points entre eux à l'intérieur d'une courbe ou d'une surface fermée, suivi de l'espace projectif mettant en relation un objet et un point de vue (haut/bas, près/loin, gauche/droite, dessus/dessous), et enfin de l'espace euclidien (ou métrique) mettant le sujet en relation spatiale avec un ou des objets, en se référant à un système de coordonnées extérieur à lui-même et aux objets.

---

1) Par intériorisation, nous entendons un détachement graduel de la réalité permettant aux états de devenir des représentations de classes d'objets et permettant aux actions de se transformer en opérations mentales.

2) Piaget, Jean et Inhelder, Barbël, La représentation de l'espace chez l'enfant, Ed. PUF, 1948, p. 539.

3) Id., p. 538

**L'espace perceptif**

Avec les transformations naturelles et nos activités, on peut considérer que tout notre environnement physique bouge. Les changements de forme se font à différentes échelles de temps et d'espace. En tenant compte également de notre variation constante des points de vue, il est difficile d'observer longuement un même coin d'espace sans qu'il n'y ait de **mouvement**, soit de notre part ou de ce que l'on regarde. Aussi, on ne rencontre pas d'un endroit à l'autre un ou plusieurs objets identiques et situés exactement dans un même entourage; non seulement l'aspect général des formes change, mais la géométrie du lieu est nouvelle à chaque fois. Pour qu'un type d'objet persiste et que son design évolue dans l'histoire, il faut qu'il soit fait et refait par la transmission des connaissances entre les personnes. La mémoire seule permettra de refaire en dessin ou en trois dimensions quelque chose que l'on rencontre presque toujours dans la même position et qui soit relativement inerte.

A cause de la loi de la gravité qui s'impose, on ne peut jamais apercevoir quelque chose qui soit entièrement spatial autrement que volant ou tombant. Tous les êtres et les objets ainsi que les formes naturelles sont liés au sol ou déposés les uns sur les autres. Lorsqu'on observe un objet dans sa main ou un mobile suspendu simplement par un fil, ils demeurent tous deux indirectement rattachés au sol. Nous vivons dans un monde en **relief**. Le spectacle de la mer avec ses vagues et des gouttelettes qui s'en détachent en offre un bon exemple. Nous n'avons donc pas cette habitude à contempler des choses stables dans le vide complet, comme une forme dessinée sur une page blanche. Seul le dessin peut fixer les objets dans un espace imaginaire.

La **symétrie** par réflexion existe partout dans l'environnement que nous construisons. Elle est nécessaire dans la plupart des cas à l'équilibre, comme pour notre corps et les véhicules par exemple. Parfois, si elle n'apparaît pas dans la configuration totale d'une forme, elle se retrouve dans les détails qui la composent. Quand ce n'est pas la gravité qui l'impose, il semble que ce soit un besoin d'économie ou encore pour éviter le cahot du désordre. Cela a pour effet de nous habituer à se sentir à l'aise avec les formes qui sont symétriques et de moins bien comprendre celles qui ne le sont pas. Ajoutons notre habitude à la gauche et la droite qui semblent être le contrepoids l'une de l'autre, l'horizontale et la verticale, le haut et le bas qui rappellent aussi la gravité; la rectitude des droites et des surfaces planes que l'on étale partout principalement pour des raisons d'économie.[1]

---

(1) La perception spatiale, Dion, D., Rapport de recherche, U.de M., '82, p.1.

**Le développement de la perception spatiale**

Lorsque nous examinons un objet pour en saisir la structure géométrique, notre attention porte sur les principaux traits qui schématisent sa forme en faisant abstraction de l'apparence du matériau avec lequel il est fait. Puis nous nous figurons par une série d'actes imaginaires, le découpage de l'espace qui détermine cette forme. En observant un cube par exemple, on imagine la détermination des arêtes, des faces ou des sommets, soit simultanément, ou l'un après l'autre, ou encore par ensembles, selon évidemment sous quel point de vue il est observé. Cette exploration est simplement visuelle, mais si elle est accompagnée d'une manipulation de l'objet, faisant varier les points de vue sous tous les angles, la compréhension de sa structure sera plus complète, elle le sera davantage si l'on construit soi-même le modèle. C'est en effet par le contact direct, la manipulation des structures tridimensionnelles, que l'on arrive à saisir les rapports entre les éléments qui constituent leurs organisations. De l'analyse et de la comparaison naît l'anticipation qui va provoquer constamment l'imagination et développer probablement ce qu'on appelle l'intuition de l'espace.

Cependant l'étude des formes euclidiennes et de leurs propriétés statiques ne peut suffire à sensibiliser le concepteur à l'espace que nous vivons de façon plus dynamique par nos déplacements et à solutionner la variété des problèmes de l'aménagement spatial. Il est donc important d'être éveillé aux multiples possibilités qu'a la matière de s'organiser dans l'espace en des combinaisons géométriques. Cet éveil sera nourri autant par l'observation alliée à la manipulation que par l'acquisition des connaissances sur les structures. En effet, c'est à l'imagination que nous devons une grande part de débrouillardise dans la recherche de nouveaux modèles.

Le dessin exige un effort dans l'interprétation de la profondeur, mais demeure une figure plane et n'offre pas assez de contact réel avec le sujet. De même, l'enseignement verbal ou écrit s'adresse au raisonnement et ne favorise pas assez le développement de la perception spatiale. La manipulation doit dépasser la quantité d'informations reçues.[1]

---

(1)Idem, p. 2-3.

**La typologie des habiletés perceptives**

A l'origine, notre typologie hypothétique, s'inspirant de quelques travaux exploratoires de Baracs et Pallascio[1], comportait six (6) étapes (ou stades), impliquant pour chacune d'elles, une action ou une opération, de même que l'habileté qui y correspond.

Figure 1.1 Opérations et habiletés de la typologie

| Ordre | Opération | Habileté |
|---|---|---|
| 1 | visualisation | observation |
| 2 | structuration | abstraction |
| 3 | transfiguration | communication |
| 4 | détermination | organisation |
| 5 | classification | organisation |
| 6 | application | variation |

Nous avons éliminé la 6è et dernière étape, lors de nos travaux d'opérationalisation des actions en cause, en considérant l'opération d'appliquer comme étant un aboutissement plus ou moins riche pouvant se situer à n'importe quel niveau de la typologie. Par exemple, un sujet qui maîtrise le 3è stade dit de "transfiguration" est en mesure d'utiliser ses habiletés d'"observation" (1er stade), d'"abstraction" (2è stade) et de "communication" (3è stade) dans diverses applications problématiques correspondant à cette étape.

Notre typologie s'est donc ramenée à cinq (5) étapes, devant mener à une perception développée de l'espace: la visualisation, la structuration, la transfiguration, la détermination et la classification. Chacune de ces étapes inclut des actions qui vont de l'opération mentale jusqu'à l'application; par exemple, de la reconnaissance des objets à la réalisation de ceux-ci. Le niveau de difficulté dans les tâches à accomplir augmente en passant d'une étape à l'autre et ce développement suppose, à chaque étape, une maîtrise des actions précédentes.

(1) "Le développement de la perception spatiale", ibid.

La définition opératoire des étapes de la typologie que nous avons retenue et testée, fut la suivante.

-la **visualisation**: après avoir observé un objet, sa "visualisation" consiste à pouvoir en **mémoriser** suffisamment d'**images partielles**, pour pouvoir **reconnaître des objets semblables** à celui-ci, c'est-à-dire à isométrie ou homothétie près, parmi un ensemble d'objets de complexité[1] topologique équivalente;

-la **structuration**: après avoir "visualisé" un objet, sa "structuration" consiste à pouvoir **reconnaître des objets qui lui sont topologiquement équivalents**[2], jusqu'à pouvoir **le reconstituer à partir de quelques-uns de ses éléments de base**, c'est-à-dire des sommets, des arêtes, des polygones ou des combinaisons de ceux-ci, c'est-à-dire des polyèdres;

-la **transfiguration**: pouvant "structurer" un objet, sa "transfiguration" consiste à pouvoir **reconnaître sa description dans un autre médium**, jusqu'à pouvoir **le décrire dans ce médium** (par exemple, passer d'une description littéraire en termes de propriétés topologiques d'un objet vers la reconnaissance d'un objet topologiquement équivalent, ou d'un modèle physique vers la reconnaissance de sa représentation en mode projectif ou vice-versa);

-la **détermination**: pouvant "transfigurer" un objet, sa "détermination" consiste à pouvoir **reconnaître sa faisabilité à partir d'une description incluant des contraintes métriques**, jusqu'à pouvoir **sélectionner d'autres conditions métriques équivalentes**;

-la **classification**: pouvant "déterminer" des objets, leur "classification" consiste à pouvoir les **reconnaître en classes d'objets équivalents**, selon des propriétés projectives, affines ou métriques, jusqu'à pouvoir **inventorier toutes les classes d'équivalence correspondant à une typologie**.

---

(1) Plusieurs caractéristiques de l'objet peuvent le rendre plus ou moins difficile à "visualiser": sa concavité (vs sa convexité), son opacité (vs sa transparence), son nombre d'arêtes (fonction eulerienne du nombre de faces et de sommets), etc. De même le temps d'observation et l'inégalité physique des objets peuvent interférer.

(2) C'est-à-dire des objets qui ont le même graphe, tout en étant de la même variété

## L'EXPERIMENTATION

### Les objectifs et les hypothèses

Après avoir élaboré un modèle opératoire reconnaissable par des étapes bien définies, notre premier objectif dans cette recherche était de valider la typologie hypothétique qui en résultait, concernant le développement de la perception spatiale. Un second objectif visait à établir les liens corrélationnels entre la perception spatiale telle qu'opératoirement définie précédemment, le rendement scolaire, la logique verbale et le vocabulaire des sujets. Enfin un troisième objectif consistait à examiner le caractère développemental de la perception spatiale en appliquant un entraînement particulier à un groupe expérimental composé d'adolescents (14-18 ans), afin de pouvoir éventuellement en dégager quelques stratégies didactiques appropriées.

Nos hypothèses de recherche furent les suivantes:

(1) Les activités du test-entrevue[1] utilisé pour mesurer l'habileté d'un individu à percevoir l'espace, ont une validité concourante avec d'autres tests semblables déjà validés;

(2) La typologie des habiletés à percevoir l'espace que nous prenons comme modèle, est composée de cinq (5) stades partiellement ordonnés, appelés successivement: visualisation, structuration, transfiguration, détermination et classification;

(3) Les élèves qui performent le mieux en vocabulaire et en logique verbale et qui ont les meilleurs rendements académiques, sont également ceux qui performent le mieux en perception spatiale;

(4) Du pré-test au test de relance, les performances en perception spatiale augmentent de façon significative, pour chaque étape et globalement;

(5) Du pré-test au test de relance, les performances en perception spatiale des groupes, expérimental et contrôlé, s'écartent de façon significative, pour chaque étape et globalement.

---

(1) Voir la description en annexe: "Perception structurale d'objets polyédriques", Dion, D., Pallascio, R. et V. Papillon, Bulletin AMQ, vol. 25, no 3, 1985, pp. 10-21.

**Les pré-expérimentations**

Pour ses étudiants en architecture, Janos Baracs avait élaboré des questions "papier-crayon" graduées selon la typologie et portant sur diverses formes, telles les quadrilatères gauches et les pyramides à base quadrilatérale. Plus tard il concevait un matériel didactique avec de véritables formes tridimensionnelles, plutôt que des dessins ou des représentations planes, destiné à des enfants de niveau primaire. Les questions, cette fois, portaient seulement sur les trois (3) premières étapes de la typologie hypothétique: visualisation, structuration et transfiguration. Après avoir exploré et expérimenté[1] ce matériel avec des sujets de divers âges, et après avoir parcouru les recherches reliées à la nôtre et n'avoir point trouvé de matériel adéquat, nous avons choisi de développer l'idée de créer des tests originaux sous forme d'activités portant sur du matériel tridimensionnel, plutôt que sur des représentations planes (test papier-crayon).

Dans un premier temps, nous avons élaboré une banque d'activités de perception spatiale et avons fait l'exercice de les classer selon nos définitions opératoires. Mais une pré-expérimentation[2] a vite démontré que certaines d'entre elles, devaient être modifiées ou mises de côté, compte tenu du niveau de connaissances des élèves. Voici deux exemples.

Une activité en détermination présentait pour les sujets une difficulté technique due à une méconnaissance de l'usage du compas! Il s'agissait de compléter le tracé exact d'un développement-plan, déjà amorcé, d'une pyramide triangulaire dont la base et un des côtés sont donnés. Les instruments mis à leur disposition étaient un compas, une règle graduée et un crayon. L'emploi du compas pour simplement reporter des longueurs ou déterminer des perpendiculaires est malheureusement si peu connu des élèves qu'aucun d'eux n'a su l'utiliser pour construire une solution. Pour une autre activité, de transfiguration cette fois, le graphe donné, celui d'un prisme pentagonal pyramidé sur deux de ses faces latérales, est apparu trop complexe: c'est l'image dissymétrique d'un solide qui possède une symétrie bilatérale, et son arrangement rend difficile toute tentative d'une vue en perspective.

(1) École Mgr Gervais, St-Bruno; école Querbes, Outremont
(2) Polyvalente Jacques-Rousseau, Longueuil

D'autres activités de la banque ont pu être expérimentées auprès d'adultes avertis lors du colloque interdisciplinaire "Shaping Space" tenu à Northampton au printemps 1984, qui réunissait architectes, sculpteurs, mathématiciens, didacticiens, ingénieurs, etc. Ils nous servirent d'experts. A la suite de ces pré-expérimentations, il nous a été possible de faire une sélection parmi les activités imaginées et d'en retenir une pour chaque étape de la typologie dont nous voulions vérifier le fondement. Ces activités, en plus d'être représentatives d'une étape, devaient répondre aux critères suivants: être réalisables par des jeunes de secondaire V, être réalisables chacune dans une période de 10 minutes, incluant les explications préalables, et nécessiter des élèves l'observation, la manipulation ou la construction dans différents matériaux et selon différentes techniques, de modèles tridimensionnels.

**L'expérimentation proprement dite**

Compte tenu de la nature des activités à réaliser avec les élèves et du matériel utilisé, il a été convenu de procéder par entrevue avec les élèves. L'expérimentation s'est faite auprès de deux groupes de secondaire V choisis pour des raisons pratiques de disponibilité et de proximité[1]. Le pré-test eut lieu les 16 et 17 octobre 1984, un groupe par jour. Chacune des cinq (5) activités était dirigée par un expérimentateur. A toutes les 10 minutes, un élève se présentait au local des entrevues, en vue de faire le tour des cinq (5) activités, toujours dans le même ordre, celui de la typologie hypothétique. Les autres élèves sur place changeaient d'activité. Le dernier sortait. Les activités du test ont été décrites dans un article.[2]

Nous avons réalisé de peine et de misère trois séances d'entraînement auprès du groupe expérimental, d'une part à cause des horaires déjà chargés des élèves, d'autre part, à cause d'une grève du transport en commun qui obligeait les élèves à partir plus tôt pour ne pas rater le métro des heures de pointe. Nous avons réussi à tenir trois périodes d'entraînement d'une heure et demie, les 30 octobre, 6 et 13 novembre.[2]

---

(1) Collège Brébeuf, Montréal.

(2) Voir: "Activités d'entraînement à la perception structurale d'objets polyédriques", Papillon, V., Dion, D. et R. Pallascio, Bulletin AMQ, vol. 25, no 4, 1985 et vol. 26, nos 1 et 2, 1986.

L'objectif des tests de relance est de vérifier la stabilité dans le temps des résultats obtenus au pré-test, et de voir si les sessions d'entraînement permettent au groupe expérimental d'obtenir une meilleure perception spatiale. Nous avons choisis d'administrer le même test qu'au pré-test, suivant le même protocole, suffisamment longtemps après les périodes d'entraînement pour discerner les véritables rétentions, soit les 6 et 7 février 1985.

Université du Québec à Montréal

## CONCLUSION: quelques résultats

Nous avons vérifié positivement la validité concourante des activités du test-entrevue original utilisé pour cette recherche, à notre connaissance, le seul relié à la didactique de la géométrie, qui englobe l'ensemble des habiletés perceptives en utilisant de véritables objets tridimensionnels, plutôt qu'un simple test papier-crayon, en les comparant à des tests aux objectifs semblables. On a pu vérifier que les performances de l'ensemble des sujets au pré-test confirment la hiérarchie des trois premières habiletés impliquées dans la perception des formes géométriques, à savoir l'observation, l'abstraction et la communication, correspondant respectivement aux activités de visualisation, de structuration et de transfiguration. On ne peut rien induire, pour l'instant, au sujet des étapes suivantes.

Alors que les rendements en vocabulaire (VOC) et en logique verbale (LOG) des sujets sont en corrélation positive avec ceux qu'ils obtiennent en perception spatiale, il ne semble pas que les rendements académiques y soient liés.

Chaque groupe, expérimental et contrôle, a progressé du pré-test au test de relance, le premier moins que l'autre. Effectivement les activités d'entraînement effectuées auprès du groupe expérimental, n'ont pas occasionné d'écarts significatifs dans leur habileté à percevoir l'espace, sauf au niveau le plus difficile, par rapport au groupe contrôle.

Cette recherche a permis d'opérationnaliser une typologie des habiletés nécessaires à une bonne perception des formes géométriques, en décrivant des comportements hiérarchisés dans le développement de ces habiletés, mises en lumière par des actions correspondantes.

Nous avons pu confirmer partiellement la typologie des habiletés perceptives, c'est-à-dire la relation hiérarchique des trois premières habiletés, celles concernant davantage la compréhension que l'intervention, davantage l'analyse que la synthèse, davantage l'imagerie que l'imagination, davantage le cognitif que la création. C'est autour de ces seconds pôles factoriels que nous devrons poursuivre notre recherche.

## BIBLIOGRAPHIE

Baracs, Janos et Richard Pallascio, "Le développement de la perception spatiale", Compte rendus de la 33è rencontre internationale de la CIEAEM. Processus de géométrisation et de visualisation, Italie, 1981, pp. 37-49.

Baracs, J., Dion, D., Pallascio, R, et V. Papillon, "Vers une définition opératoire de la perception spatiale", Actes de la 5è rencontre annuelle du PME-NA, Montréal, 1983, vol. 1, pp. 314-321.

Caron-Pargue, Josiane, "Quelques aspects de la manipulation: manipulation matérielle et manipulation symbolique", Recherches en didactique des mathématiques, 1981, vol. 2, no 1, pp. 5-35.

Clements, Ken, "Visual Imagery and School Mathematics", For the Learning of Mathematics, vol. 2, no 3, 1982, pp. 33-39.

Dion, Dominique, La perception spatiale, rapport de recherche, U. de M., 1982, 5p.

Dion, Dominique, Visualisation, structuration et transfiguration, rapport de recherche, U. de M., 1984, 14 p.

Jaynes, Julian, The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind, U. of Toronto Press, 1976, 467 p.

MEQ, Tests d'Aptitudes aux Etudes Post Secondaires, Dir. de l'évaluation pédagogique, no 16-7574, 62 p.

Pallascio, Richard et Vincent Papillon, Identification des facteurs composant l'habileté à percevoir l'espace et de moyens permettant de la développer, Rapport de recherche, ACSAIR no 84AR0006, 1985, 104 p.

Papillon, Vincent et Richard Pallascio, "Les filicoupeurs et le polystyrène", Bulletin AMQ, vol. 25, no 1, 1985, pp. 30-33.

Papillon, V., Pallascio, R. et D. Dion, "Activités d'entraînement à la perception structurale d'objets polyédriques", Bulletin AMQ, vol. 25, no 4, 1985, pp. 30-35; vol. 26, nos 1 et 2, 1986.

Piaget, Jean et Barbel Inhelder, La représentation de l'espace chez l'enfant, Ed. PUF, 1948, 547 p.

Université du Québec à Montréal

# L'approche constructiviste; vers une théorie des Représentations

par Ernst von Glasersfeld,
Department of Psychology,
University of Georgia, USA

Séminaire sur la Représentation
21 novembre 1986, n°, 7

Note: Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR.

Quand on annonçait le titre de ma conférence ici, en novembre 1985, j'étais un tout petit peu embarrassé. Ce qu'on avait choisi aurait pu donner l'impression que je croyais avoir une théorie assez complète des représentations et voilà une illusion que je n'avais pas et que je n'ai pas non plus aujourd'hui. Cependant, ce que je voudrais faire ici, c'est attirer l'attention sur certains points qu'on devrait considérer lorsqu'on se met à élaborer une base théorique dans ce domaine.

Ainsi, je vous parlerai un peu du constructivisme et, ayant établi une espèce de fondation, sans doute précaire, je tenterai de vous donner un exemple de construction qui mène à plusieurs genres de représentations.

# I

Dans presque toutes les théories de la connaissance dans l'histoire occidentale, on est parti de l'assertion que la connaissance devrait fournir une image du monde réel, c'est à dire d'un monde tel qu'il existe sans l'intervention de l'observateur humain.

Les sceptiques de tous les âges ont constaté que cette assertion est absurde, parce que tout savoir provient ou de l'expérience ou de facteurs humains innés et, cette condition préalable étant donnée, on ne pourra jamais confronter le savoir obtenu avec le monde "objectif" existant *avant* que celui-ci soit pensé et transformé par l'expérience humaine et les propriétés innées de l'esprit humain, agent de la connaissance.

Malgré toutes les tentatives des philosophes -- et il y en a de très belles et très poétiques -- l'argument des sceptiques est aussi incontestable aujourd'hui qu'il l'était, il y a 2500 ans, au temps des pré-socratiques. Mais, comme Michel de Montaigne disait:

**La peste de l'homme c'est l'opinion de savoir.**

En commençant je disais "presque toutes les théories de la connaissance", parce qu'il y a eu des exceptions. Une de ces exceptions nous a été fournie par Giambattista Vico, le philosophe Napolitain, au début du 18ème siècle. Vico est le véritable père du constructivisme. Il a rendu l'idée principale de son épistémologie dans la phrase:

**L'homme peut connaître seulement ce que l'homme a fait.**

En outre, Vico nous a laissé un tas d'analyses de constructions conceptuelles, dont une partie est remarquablement proche de l'esprit des analyses de Piaget. C'est intéressant comme fait historique, parce que Piaget n'a jamais lu le traité épistémologique de Vico, un traité écrit en latin et presqu'inconnu jusqu'à nos jours.

Ici je n'entrerai pas dans l'histoire de la révolution dont, en rétrospective, on peut trouver l'origine dans les idées de Vico. Je voudrais expliquer seulement le point cardinal de cette révolution conceptuelle qui propose un changement radical du concept du savoir.

En français il y a, il me semble, un petit avantage parce que vous avez deux mots, "savoir" et "connaissance", qui permettent d'introduire une distinction assez importante. C'est la distinction entre l'activité de connaître et son résultat, le savoir. (En anglais, par contre, il n'y a qu'un mot pour les deux.) Mais la distinction comporte un changement conceptuel qui est assez difficile, pas pour des raisons logiques, mais parce que toutes nos langues et nos habitudes d'expression et de pensée sont profondément influencées par la tradition réaliste qui a régné sans interruption dès la naissance de la philosophie occidentale. Il est extrêmement difficile de substituer le concept de "savoir-faire" à la conception d'une connaissance qui devrait produire une image du monde réel (image incomplète, peut-être, mais image quand même). Mais c'est justement cette substitution qu'il faut faire pour comprendre la base du constructivisme.

Toute connaissance, comme disait Piaget, est le résultat d'une action ou d'une série d'actions. Une action ne naît pas par hasard. L'action se dirige toujours vers un but -- et le but est nécessairement une structure construite ou par des réflexes innés ou sur la base d'expériences de l'acteur. Piaget a montré comme cela fonctionne dans le domaine de la perception -- et cela ne fonctionne pas moins dans le domaine de la conceptualisation. Dans les deux domaines, c'est le succès d'une action ou opération qui nous donne la mesure de sa validité.

Pour réussir, cependant, ce n'est pas une image "correcte" du monde qu'il faut avoir, mais plutôt une espèce de *carte* qui permet d'éviter les obstacles que le monde réel pourrait poser sur le chemin de nos actions. En anglais j'ai tenté de formuler cette différence en utilisant la différence entre les mots "*to match*" et "*to fit*". En français je ne sais comment faire. Je veux dire que c'est une question, non pas de se faire une copie de la structure du monde réel, mais plutôt de se construire une carte des itinéraires par lesquels on peut cheminer à travers le monde et arriver aux buts qu'on a choisis.

Une métaphore pourrait être utile. Imaginez vous une nuit sans aucune lumière. Vous vous trouvez dans une forêt dont vous voudriez sortir. Vous avancez très lentement. Tous les deux ou trois pas vos pieds ou vos mains heurtent contre un obstacle et vous êtes contraints de dévier de la direction que vous voudriez maintenir. Finalement, après je ne sais combien de temps, vous voyez des étoiles et vous vous apercevez que la forêt est derrière vous. Si à ce moment vous vous demandez, qu'est-ce que je sais de cette forêt, vous devriez vous dire que la seule chose que vous en avez connu c'est *un possible chemin de sortie, une façon d'y passer*. Et ce savoir vous l'avez acquis en avançant et en tenant compte de vos mouvements qui vous portaient en avant. C'est dans ce sens que je parle de savoir qui nous permet de cheminer à travers le monde.

# II

Je n'ai aucune illusion sur le fait que je puisse faire comprendre ce changement dans une courte conférence. Je voudrais plutôt vous donner quelques exemples de constructions dans l'espoir qu'ils puissent vous montrer au moins l'un ou l'autre des aspects de cette façon de penser. Et les exemples les plus clairs se trouvent dans l'analyse des constructions nécessaires dans le développement cognitif des enfants.

Ces constructions mènent à des structures cognitives qu'on appelle des *représentations*. Mais il y a là un aspect qu'il faut éclaircir parce qu'il est indispensable si on veut théoriser sur les représentations.

Le mot "représentation" est plein d'ambiguité. On parle de représentation en se référant à des images, à des symboles, à des substitutifs, à des personnes qui jouent le rôle d'une autre, etc., etc. La liste des significations possibles est parmi les plus riches du dictionnaire.

Dans le séminaire de l'année passée, ici au CIRADE, je tentais de mettre un peu d'ordre dans cette multiplicité de significations. Je voudrais rappeler un seul point: Une représentation ne doit jamais être considérée comme l'image ou la copie d'une chose extérieure, d'une chose appartenant à une réalité ontologique. C'est plutôt la *re-présentation d'une chose construite auparavant*.

Cela ne vaut pas moins pour les représentations dites "iconiques", comme les dessins et les peintures. Si je faisais un petit dessin au tableau noir, c'est possible que vous le *reconnaissiez* comme représentation d'une bicyclette. Je voudrais souligner le mot "reconnaître". Ça veut dire que vous verriez dans ce dessin quelque chose que vous avez déjà vu. On pourrait dire que le dessin vous fait *répéter* une expérience connue.

Si je montrais le même dessin à un indigène de l'Amazonie qui n'a jamais vu ni roues ni bicyclettes, il serait impossible qu'il puisse y reconnaître ce que vous, vous reconnaissez. Pour lui alors le dessin ne pourrait pas être la représentation d'une bicyclette.

C'est peut-être un exemple banal, mais je pense qu'il illustre assez bien le point sur lequel je veux insister, c'est-à-dire qu'une représentation *iconique* fonctionne seulement en rappelant des expériences ou des "connaissances" que nous possédons déjà. Du point de vue constructiviste, on peut formuler cela en disant: Une re-présentation iconique fonctionne si elle nous amène à exécuter une opération (ou une série d'opérations) que nous avons apprise(s) auparavant.

# III

Je passe à un exemple de construction mentale et je choisis une situation très simple mais quand même entièrement abstraite: La situation d'un enfant qui est en train d'apprendre la formation du *pluriel* dans sa langue.

En français, cela semble plus compliqué qu'en anglais parce que le phonème qui indique le pluriel n'est pas toujours le même. En anglais, sauf quelque exception, c'est un "*s*" final. Mais ce n'est pas le code phonémique que je veux discuter ici. C'est plutôt le stade *avant* la codification linguistique, le stade de l'enfant qui apprend à distinguer les éléments "expérientiels" sur lesquels le *concept de pluriel* doit être bâti.

Imaginez une grande table, et sur cette table cinq ou six oeufs. Un enfant qui a appris à reconnaître un oeuf comme une *chose* indépendante et isolée dans son champ visuel, et qui a aussi appris que cette chose est fréquemment associée avec le mot "oeuf", en entrant dans la chambre et en regardant la table, pourrait dire: "Oeuf... oeuf... oeuf..." -- jusqu'à ce qu'il arrive au dernier exemplaire de cette chose.

Pour "reconnaître" une chose, il faut qu'on possède une espèce de *structure modèle* plus ou moins permanente, avec laquelle on peut comparer des expériences actuelles. C'est seulement si une expérience semble conforme à un tel modèle, qu'on pourra dire qu'elle constitue un exemplaire de la classe représentée par le modèle. Mais, même si cela fonctionne très bien, on n'arrive pas encore à unir plusieurs de ces choses reconnues sous le concept de pluriel.

Pour se rendre compte qu'il y a une *pluralité* -- par exemple des oeufs -- il faudra que l'enfant s'aperçoive du fait qu'il a exécuté la comparaison avec sa structure modèle appelée "oeuf" plus d'une fois et que cette comparaison a donné un résultat positif dans plus d'un cas.

Cet exemple, malgré sa simplicité, montre clairement que l'attribution d'un pluriel à une situation perceptive requiert au delà du travail perceptif une *opération réflexive*, c'est-à-dire une espèce de conscience de ce qu'on a fait soi-même. Dans l'exemple des oeufs, c'est justement la conscience d'*avoir reconnu un oeuf plus d'une fois*

Si vous avez suivi cet exemple, vous me demanderez qu'est-ce qu'il peut avoir à faire avec le problème des représentations. Eh bien, tout à l'heure je disais que, pour reconnaître un oeuf, il faut qu'on ait une *structure modèle* comme terme de comparaison. Je propose que cette "structure modèle" soit un genre de re-présentation indispensable. Si on n'en avait pas, on ne pourrait jamais recueillir des expériences dans une classe. Toutes les choses qu'on isole dans le champ visuel par exemple, resteraient des individus et on ne pourrait jamais conclure qu'un individu est semblable à un autre.

En poursuivant l'exemple jusqu'à la construction du pluriel, j'ai préparé l'introduction d'un second genre de re-présentation, et précisément la re-présentation qui est nécessaire pour reconnaître cette opération réflexive dont je parlais comme l'opération spécifique à laquelle correspond la formation du pluriel linguistique. Si on ne la reconnaissait pas comme telle, on ne pourrait jamais savoir quand et où il faut former un pluriel.

Si on accepte cette analyse on a tout de suite deux types de re-présentations:

1) les re-présentations d'objets sensoriels, et

2) les re-présentations d'opérations ou opératoires.

Comme nous verrons un peu plus tard, le premier type peut être partagé en d'autres catégories selon leur fonction. Mais, pour le moment, je voudrais dire un mot sur le second type, celui des re-présentations opératoires.

Qu'est-ce qui se passerait si je vous disais: "Imaginez-vous une *pluralité*"? Ce que vous vous imagineriez alors devrait être une collection d'*unités quelconques*. Ça semble paradoxal, parce qu'on se demande tout de suite comment on pourrait avoir une unité qui n'est pas une unité de quelque chose bien spécifique. En effet, c'est justement ce que vous feriez en réponse à ma demande. Vous vous imagineriez une pluralité de petits points, de zéros, d'arbres ou de personnes, ou de je ne sais quoi.

C'est plus ou moins ce que le philosophe irlandais George Berkeley disait au commencement du 18ème siècle: On ne peut pas s'imaginer une *idée abstraite* sans

qu'on l'applique à quelque chose de concret. Il avait tout à fait raison. On ne le peut pas. Mais Berkeley avait tort quand il concluait que cette incapacité prouvait que les idées abstraites ou universelles n'existaient pas. Si l'idée abstraite de *pluralité* n'existait pas, vous ne pourriez pas vous imaginer une pluralité d'unités de n'importe quoi. Vous ne sauriez pas quoi faire avec vos idées de point, de zéro, d'arbre ou de personne. Mais, par contre, vous savez très bien que, pour en construire une de pluralité, *il faut les répéter*.

Le mot "pluralité", alors se réfère à une activité et, précisément, à des *opérations mentales* -- Voilà le détail que Berkeley ne voyait pas parce qu'il croyait que le seul matériel de la construction perceptuelle était les impressions sensorielles. Il ne tenait pas compte des opérations mentales qu'on emploie dans l'activité de construction.

# IV

L'exemple le plus évident d'opérations mentales se trouve peut-être en mathématiques. Quand vous voyez les signes de l'arithmétique, le "+", le "-", le signe d'égalité, etc., vous ne cherchez pas un objet qui pourrait être indiqué par ces signes, mais vous savez très bien que ces signes indiquent qu'il faut exécuter une opération; précisément l'opération d'ajouter, d'enlever, de comparer, etc.

Nous n'avons pas la moindre idée de *comment* ces opérations sont retenues en mémoire. D'autre part, nous savons que nous *pouvons* les retenir. Pour moi, c'est analogue à la capacité de retenir des programmes d'actions comme par exemple des routines motrices. Il y a sûrement parmi vous des personnes qui jouent au tennis. Pour elles, il n'y a aucune difficulté à imaginer en ce moment le mouvement de bras qu'il faut faire pour lancer une balle. Elles peuvent l'imaginer sans effectuer aucun mouvement actuel. Cette image contiendra peut-être des éléments visuels; mais la plus grande partie de l'image sera constituée par des éléments moteurs, par *une espèce de programme*. Ainsi il est clair que, quelque part, les joueurs de tennis ont une espèce d'enregistrement du programme qui gouverne ce mouvement, et qu'ils peuvent se *présenter* ce programme, sans l'exécuter avec le bras.

La re-présentation d'un tel programme est alors la *présentation* d'une séquence de mouvements, séquence qu'on a programmée, mise ensemble et enregistrée auparavant. Bref, cette re-présentation, dans ce sens particulier, est semblable à celle de *re-jouer* une bande magnétique.

Pour finir avec l'exemple du tennis ou du sport en général, nous pouvons dire que, dans le cas d'un expert, le choix et le contrôle de ces programmes d'action ont été poussés dans l'inconscient. C'est-à-dire, qu'après l'apprentissage, ils ont été *automatisés*. J'ai l'impression que cette automatisation se manifeste aussi dans le domaine des opérations mentales. Ainsi un mathématicien expert se montre expert, justement, parce qu'il ne doit plus penser au choix et au contrôle de certaines opérations mentales; et ces opérations sont abstraites parce qu'elles ne comportent pas de mouvement physique, mais seulement le mouvement de l'attention dans des structures conceptuelles.

Mais parlons maintenant de l'autre type de re-présentation, le type que tout à l'heure j'ai appelé "Représentation d'objets sensoriels". D'abord je voudrais affirmer que toute re-présentation contient cet élément de répétition d'un programme. Dans

les re-présentations d'objets, c'est un programme qui gouverne la *reconstruction* d'une structure contenant des éléments sensoriels spécifiques.

Le fait que ce qu'on appelle "représentation mentale" implique toujours une répétition est la raison pour laquelle j'ai quelquefois suggéré qu'on devrait écrire (comme je l'ai fait ici) "représentation" avec un trait d'union, pour souligner que le "re" indique la répétition de quelque chose qu'on possède déjà.

Evidemment l'objet de cette répétition ou reconstruction peut provenir d'une variété de classes. On est bien capable de se re-présenter une pomme, un paysage d'hiver, la tour Eiffel, un coucher de soleil, le vol d'un faucon, le sourire de Mona Lisa. Evidemment on peut se re-présenter des choses statiques et aussi des choses dynamiques, des processus. C'est parce que dans tous ces cas la re-présentation est en effet une reconstruction. Reconstruction d'une structure d'éléments sensoriels dans l'un, et reconstruction d'une succession dans l'autre. Pour ces deux types de représentation, il faut un programme de composition.

Tout cela, j'en ai l'impression, n'arrive pas encore au niveau d'analyse auquel s'intéressent mes amis du CIRADE. LA, on veut traiter surtout des représentations graphiques, des représentations iconiques de concepts et des signes qu'on emploie en mathématiques et en sciences. Je crois quand même que ce qu'on a dit à propos des deux types de re-présentations (celui des re-présentations d'objets sensoriels et celui des représentations opératoires) pourrait être utile dans les recherches didactiques. Il va sans dire que ces deux types ne complètent pas la catégorisation qu'on devra faire.

Je me limite ici à suggérer deux autres distinctions possibles. Il faut surtout, me semble-t-il, distinguer les relations grâce auxquelles une re-présentation a le pouvoir d'évoquer une construction déjà faite à un autre moment. Dans ce contexte, il vaut la peine de se demander comment, par exemple, une fleur de lys peut re-présenter et la fleur qui s'appelle "lys" et la maison royale de France.

Il y a là, évidemment, deux relations tout à fait différentes. L'une se base sur une analogie dite *iconique* ; l'autre se base sur une association sémantique *choisie arbitrairement* puis établie par convention.

En ce qui concerne les analogies iconiques, on peut constater qu'elles se réduisent toujours au fait que la perception de l'objet représentant comprend une partie des opérations perceptives qu'il faut exécuter lorsqu'on perçoit l'objet représenté. C'est-à-dire que je reconnais un dessin comme l'image d'un lys, si et seulement si, en percevant le dessin je m'aperçois que j'exécute certaines opérations que j'avais exécutées autrefois quand je catégorisais une expérience comme un exemplaire du genre "lys". Cette coïncidence partielle d'opérations donne lieu à la relation que Roman Jakobson, dans sa brillante analyse des concepts, a justement inclus sous le terme "métaphore".

Cependant, en ce qui concerne les associations sémantiques, où il n'y a aucune analogie expérientielle, mais une décision arbitraire d'employer l'un comme signe ou symbole pour l'autre, la relation peut être considérée comme un cas de "métonymie".

Jakobson a établi que cette dichotomie entre la métaphore et la métonymie constitue une dichotomie élémentaire des processus psychologiques et que chacun des deux phénomènes a ses difficultés et ses vertus particulières. Evidemment cette

dichotomie métaphore/métonymie et la distinction que je fais entre les re-présentations d'objets sensoriels et les re-présentations opératoires ne sont pas exclusives l'une de l'autre; au contraire, on pourra en trouver tous les degrés de combinaison.

Un seul exemple devrait suffire. Les fameuses flèches que Chomsky a adoptées pour indiquer les transformations formelles dans sa grammaire générative, semblent iconiques et font penser qu'il y a une analogie avec des opérations bien connues. Mais, en fait, elles représentent seulement le fait qu'il y a un état de départ et un état d'arrivée, sans donner la moindre indication des opérations qu'il faudrait exécuter pour effectuer la transformation de signification. En réalité, ces flèches sont des signes arbitraires et métonymiques.

Je pense que ce n'est pas un exemple isolé. Dans la mathématique et dans les présentations plus ou moins formelles de matières scientifiques, on retrouve tous genres de signes, symboles, et représentations graphiques. A mon avis une tâche pour la recherche en didactique serait précisément l'analyse de ces objets représentants selon les objets qu'ils re-présentent dans la tête des personnes qui s'en servent et selon le type de relations employées.

La réalisation d'une telle analyse donnera la possibilité de fournir des explications opératoires aux élèves et aux étudiants, explications qui devraient avoir un effet assez positif sur leur apprentissage conceptuel.

## Bibliographie


**Berkeley**, George, *A treatise concerning the principles of human understanding (1710)*. La Salle, Illinois: Open Court, 1963.

**Glasersfeld**, Ernst von, An interpretation of Piaget's constructivism. *Revue Internationale de Philosophie*, 1982, 36(4), 612-635.

**Glasersfeld**, Ernst von, Subitizing - The role of figural patterns in the development of numerical concepts. *Archives de Psychologie*, 1982, 50, 191-218.

**Jakobson**, Roman, Two aspects of language, in *Selected writings*, (vol.II). The Hague: Mouton, 1971.

**Janvier**, Claude, (Ed.) *Problems of representation*. Hillsdale, New Jersey: L. Erlbaum, *in press*.

**Montaigne**, Michel de, Apologie de Raimond Sebond, in *Essais* (1580). Tome II, chapitre XII. Paris: Librairie Generale Francaise, 1972.

**Piaget**, Jean, *La construction du reel chez l'enfant*. Neuchatel: Delachaux et Niestle, 1937.

**Piaget**, Jean, *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchatel: Delachaux et Niestle, 1945.

**Vico**, Giambattista, *De antiquissima Italorum sapientia* (1710). Naples: Stamperia de' Classici, 1858.

# La représentation de la science véhiculée par les programmes d'enseignement des sciences du Ministère de l'Éducation du Québec au secondaire*

par Jacques Desautels
Marie Larochelle
Marta Anadon
Université Laval

**Séminaire sur la Représentation**
7 février 1986 - n°, 8

Note: Ce séminaire est publié grâce à une subvention du fonds FCAR

* Cette recherche a été réalisée grâce à une commandite de la Direction de la recherche du Ministère de l'Éducation du Québec.

Afin d'élucider la représentation de la science dans les programmes d'enseignement des sciences et leurs guides pédagogiques au secondaire, nous avons fait appel à une stratégie d'analyse en trois volets et avons proposé une interprétation qui a simultanément reposé sur les informations explicites et les informations virtuelles des discours étudiés.

Un premier volet, fondé sur la réflexion contemporaine en épistémologie et, plus particulièrement, sur l'option constructiviste, invitait à analyser les discours à l'étude à partir de leur conception des aspects généraux suivants:

a) les apports du sujet et de l'objet dans la construction d'une connaissance;

b) les règles de production d'une connaissance et les critères de reconnaissance de sa scientificité;

c) et, enfin, les instruments critiques que se donne une science (domaines épistémologiques interne et dérivé) pour évaluer le savoir qu'elle produit.

Le second volet, inspiré de travaux récents en sociologie des sciences, renvoyait à l'idée de la socialité inévitable de la pratique scientifique dans sa production tout comme dans ses produits. Il soulevait ainsi le problème de la construction des connaissances scientifiques en vertu des relations mutuellement constitutives que cette production entretient avec un contexte sociohistorique donné. Ceci a donné lieu à une analyse visant à mettre au jour les conceptions qu'ont les discours à l'égard des diverses manifestations des rapports de réciprocité science, technique et société et, plus particulièrement, à l'insertion politique, économique et idéologique de l'activité scientifique.

Dans un troisième volet, conçu à partir de l'historiographie contemporaine en histoire des sciences, l'analyse s'élaborait autour de la préoccupation suivante: l'actualisation historique proposée par les discours à l'égard du concept de passé, celui de transformation de la connaissance, celui de découverte, celui de communauté scientifique et, enfin, celui de socialité de la science.

Aux fins de la mise au jour du sens théorique général que véhiculent les programmes d'enseignement des sciences et leurs guides à propos de la

problématique de la science, nous avons privilégié l'usage de l'analyse du discours, celui-ci étant entendu dans son sens usuel, c'est-à-dire comme un ensemble cohérent de phrases qui forment un message et dont on peut identifier le commencement et la fin. Bien que nous ne présenterons pas ici les diverses opérations qui découlent de ce choix, il nous faut apporter quelques précisions sur le sens que nous donnons à l'usage de cette méthode.

En premier lieu, il nous faut souligner que si l'analyse du discours aboutit également à la production d'un discours, le second se distingue du premier, notamment par sa finalité. En effet, dans le présent travail, si notre discours vise à traduire la compréhension de la science que véhicule le discours étudié, il vise également à retraduire cette compréhension dans un second système de significations qui coïncide avec notre interprétation des différents ordres de la réflexion contemporaine sur la science. Par ailleurs, le discours étudié ne précise pas les présupposés sur lesquels il repose et qui sont inhérents à tout discours; cependant, le nôtre diffère sensiblement de ce discours puisque, d'entrée de jeu, nous avons justement tenté d'identifier les présupposés qui en guident la production.

D'autre part, soulignons que les deux types de discours comportent des similitudes, tous deux procédant d'une intentionnalité, de sujets théorisants, non désincarnés, qui médiatisent l'objet de connaissance dans un contexte discursif socio-historiquement défini.

Rappelons que notre corpus de matériaux est constitué de l'ensemble des programmes officiels d'enseignement des sciences du Ministère de l'Education du Québec et de leurs guides (deux guides sont officiels), au secondaire. L'objet de notre étude étant la mise au jour de la représentation de la science que véhicule cet ensemble de textes, elle porte davantage sur le choix et l'usage des dimensions de la science que proposent ces textes, plutôt que sur le choix et l'usage d'éléments de connaissance particuliers à une discipline. Par ailleurs, étant donné les circonstances de communication dans lesquelles s'inscrivent ces textes, soit la transmission de connaissances, notre corpus de matériaux inclut également des éléments relatifs à la problématique pédagogique lorsque ceux-ci sont présentés en rapport avec les dimensions de la science que proposent les textes.

## Conclusion

Lorsque l'on considère globalement les composantes épistémologiques,

sociologiques et historiques des discours étudiés, ceux-ci se présentent comme un ensemble cohérent, dans la mesure où ils sont traversés par une représentation plutôt homogène de la science. Nous avons ainsi observé que cette représentation présuppose, de manière générale, les croyances suivantes:

- la croyance en une science descriptive qui ne construit pas ses objets mais les trouve tout faits;
- la croyance en une science privée d'un appareil critique conçu pour l'évaluation du savoir qu'elle produit;
- la croyance en une démarche expérimentale limitée aux seules opérations d'observation passive et de quête empirique des connexions entre phénomènes;
- la croyance en une objectivité qui correspond à la réalité et non pas aux paradigmes dominants;
- la croyance en une science à portée universelle, indépendante des contextes sociohistoriques qui participent à sa définition;
- la croyance en une idée que le discours scientifique est le modèle, le discours à imiter pour résoudre les problèmes de tout ordre;
- la croyance en une science a-idéologique dans son effectuation, indépendante des conditions politiques et économiques nécessaires au fonctionnement de son appareil de production;
- la croyance en une science sans conscience historique et sociale des conditions de constitution des connaissances;
- la croyance en une progression glorieuse et cumulative de la science vers la réalité, sans considération pour les règles relatives à la circonscription de la légitimité scientifique[1].

Nous avons également souligné que ces croyances peuvent être associées à une représention scientiste de la science qui présente des recoupements certains avec les premiers modèles de science élaborés par l'Ecole du positivisme logique de Vienne, au début de ce siècle.

De plus, nous avons signalé quelques-unes des ambiguïtés qui traversent les discours étudiés. Ainsi, nous avons remarqué la confusion qu'entretiennent la plupart des discours entre leur dimension pédagogique et la dimension scientifique des connaissances qu'ils véhiculent: à maintes reprises, ils dotent la première des attributs de la seconde, comme si la transmission de connaissances scientifiques équivalait à l'usage de connaissances scientifiques. Nous avons également noté l'ambiguïté que comportent les appels réitérés de plusieurs discours à la théorie de Jean Piaget qui, nous semble-t-il, aurait certaines difficultés à s'y reconnaître. D'une part, ces appels ont comme fins de justifier la pertinence d'activités concrètes d'expérimentation à effectuer par les élèves, ce avec quoi Piaget serait sûrement d'accord à condition que ces activités ne soient pas une fin en soi; cependant, leur mise en oeuvre repose sur l'interprétation particulière que l'empirisme donne de l'expérience scientifique, ce avec quoi l'auteur serait sûrement en désaccord, et pour cause. En effet, la caractéristique fondamentale de la théorie piagétienne tient à la reconnaissance du rôle constitutif des activités du sujet dans la connaissance, alors que, pour l'empirisme, la connaissance est indépendante du sujet qui n'a pour toute compétence que la capacité de constater, de percevoir, d'enregistrer des faits.

Dans la même ligne, nous avons remarqué que les discours, tout en se réclamant d'une philosophie humaniste, privilégient une approche pédagogique de type empiriste (modification du comportement) dont on sait le peu de place qu'elle accorde aux qualités que reconnaît l'humanisme au sujet connaissant.

Soulignons en ce sens que les discours sont remarquables de cohérence puisque le modèle de science qu'ils privilégient est également celui dont se réclame l'approche pédagogique qu'ils retiennent, soit une approche d'inspiration behavioriste. Donner l'explication profonde d'une telle régularité, d'une telle "cohérence" interne, nonobstant le fait de son retard épistémologique, n'est point facile. Mais il nous semble, en fin d'analyse, que de retrouver sur le plan pédagogique la résonance de la rationalité instrumentale positiviste qui caractérise le discours des programmes à propos de la science, conforte notre interprétation globale quant à la dépendance des programmes au modèle orthodoxe désuet des sciences naturelles.

## Retour sur notre étude

Le mandat qui nous avait été confié consistait à caractériser la représentation de la science véhiculée par le discours des programmes, au regard de celle que propose la réflexion contemporaine sur la science. Cependant, si cette opération nous a conduit à montrer la différence entre celle-ci et celle-là, nous ne l'avons pas expliquée, nous l'avons seulement illustrée. Au terme de notre étude, nous croyons qu'il serait intéressant, pour ce faire, d'envisager d'autres types d'analyse, parmi lesquels une analyse, fondée cette fois sur l'épistémologie populaire dont l'objet d'étude est le sens commun, nous semble intéressante. En effet, par l'étude des processus transformatifs mis en oeuvre pour rendre un savoir digeste et accessible et, plus particulièrement, comme le formule S. Moscovici[2], par l'étude du "comment le jeu de la science devient en partie le jeu du sens commun"[3], il est plausible de penser que nous pourrions trouver là matière à réflexion sur les différences observées. Mais il s'agit d'une toute autre analyse, qui repose sur d'autres présupposés. Nous avons ici joué le jeu des langages épistémologique, sociologique et historique tels que nous les avons compris.

## NOTES ET REFERENCES

1. Pour plus d'informations sur les controverses de la notion de vérité en science, VOIR notamment:

   ATLAN, Henri, 1983, "La vérité toute nue", Le Genre Humain, nos 7-8, Printemps: 263-271.

   PRIGOGINE, Ilya, 1983, "La lecture du complexe", Le Genre Humain, nos 7-8, Printemps: 221-233.

2. MOSCOVICI, Serge, 1984, "De la science au sens commun", in MOSCOVICI, Serge (sous la direction de), Psychologie sociale, Paris: Presses Universitaires de France, pp. 539-566.

3. Idem, p. 540.

# Etude des constructions verbo-iconiques d'enfants de 6 à 9 ans à partir de déclencheurs filmiques

par Chantal duPont, Ph.D.,
professeur au département
d'arts plastiques
Université du Québec à Montréal

**Séminaire sur la Représentation**
28 février 1986 - n°, 9

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

# ETUDE DES CONSTRUCTIONS VERBO-ICONIQUES D'ENFANTS DE 6 A 9 ANS A PARTIR DE DECLENCHEURS FILMIQUES.

Chantal duPont, Ph.D., professeure au département d'arts plastiques, U.Q.A.M.11/06/86

Le texte qui suit étudie les constructions verbo-iconiques des enfants du point de vue de l'expression par l'image. Ce problème a fait l'objet de mes travaux de recherche doctorale et s'inscrit dans mes préoccupations professionnelles.Les images et particulièrement celles mises en séquences se trouvent au centre de mes intérets. Dans le cadre de cette recherche dont je vous livre quelques aspects, je me suis intérrogée sur comment les enfants s'expriment à partir d'une situation où les images sont utilisées comme stimulatrices de l'expression icono-verbale ( en d'autres termes, sur comment les enfants parlent avec des images ou les font parler). Dans l'analyse des images, je me suis arrêtée plus spécialement à la forme que revêtent les constructions des enfants plutôt qu'à l'aspect sémantique de leurs contenus.

Dans un premier temps nous verrons comment la pédagogie peut être facilitatrice de l'expression et quelles fonctions l'image peut occuper dans l'enseignement. Nous examinerons en quoi consiste l'ouverture d'un média éducatif. Nous rapporterons aussi les usages qu'ont fait les enfants des images dans leurs constructions verbo-iconiques. Nous décrirons ensuite comment se présentent les conduites d'expression dans un contexte d'ouverture. Nous ferons ressortir ce que l'on peut retirer de l'utilisation de l'image filmique comme déclencheur et moyen d'expression dans un contexte d'ouverture pédagogique. Je terminerai sur certaines perspectives de développement des applications pédagogiques de l'image (A.P.I.).

## 1- COMMENT UNE PEDAGOGIE PEUT-ELLE ETRE FACILITATRICE DE L'EXPRESSION ?

Mon intérêt pour une pédagogie facilitatrice de l'expression s'est manifestée à partir d'une prise de conscience de ma pratique pédagogique en tant que professeur d'arts plastiques. Au début de ma carrière professorale (vers les années '60), l'usage voulait que

dans la mise en place d'une activité d'expression, l'on utilise des modèles qui relevaient du savoir technique. J'avais remplacé les schémas de mon enfance (la pomme à dessiner) par la démonstration des savoir-faire reliés à la production d'objets: cube, pyramide, cône, ou tissage en papier, etc. De ces formes naissaient motifs, autos, maisons, animaux ou personnages bien modelés à l'image d'une géométrie cubiste. Dans ce type d'intervention, (méthode préconisée par Mme Irène Sénécal), l'enseignant, de façon générale, invite ses élèves à exécuter une tâche identique pour tous et, indirectement, à se conformer au modèle proposé. Ceux-ci , en réponse à cette incitation, reproduisent l'exemple proposé et imitent la façon de faire du professeur. Ils cherchent de la sorte à satisfaire ses attentes. Cette pratique prévaut largement dans l'enseignement des autres matières où la répétition, la mémorisation et l'imitation sont à la base de l'apprentissage, celui-ci visant surtout l'acquisition de concepts et notions . J'ai cherché à briser cette pratique méthodologique en développant chez les élèves des activités d'expression sans que le savoir-technique proposé n'interfère dans les résultats attendus.

Une démarche pédagogique inductive, centrée sur l'élève, me semblait une réponse propice à l'amorce d'un processus générateur d'activités d'expression tout en écartant les exposés, démonstrations et présentations de modèles. Une telle forme d'enseignement valorise une pédagogie de la découverte ou l'expériencial sert de point d'appui aux apprentissages.

Comment rendre une pédagogie ouverte? L'emploi de l'image dans l'enseignement représente un premier niveau d'ouverture dans une pédagogie de l'expression. L'image introduit l'ouverture en comparaison de l'écrit ou de la parole, (à cause de sa multiplicité de sens possibles: fonction polysémique de l'image). Ceci nous conduit à voir de plus près la situation de l'image dans l'enseignement.

## II- LES IMAGES DANS L'ENSEIGNEMENT

### a) Rôle de l'image dans l'enseignement en général

Une visite dans l'école permet de constater l'importance accordée aux images. Très souvent elles servent à transmettre les informations et à sensibiliser les élèves

à différents problèmes. Les images ont aussi une fonction didactique. Mais il arrive souvent qu'elles soient réduites à un rôle de référence.

La stratégie courante d'utilisation des images dans les matières scolaires diverge d'une approche axée sur l'expression créatrice. Il arrive par exemple que l'enseignant puise dans l'imagerie des cahiers à colorier ou dans celle de la bande dessinée ou bien propose des représentations graphiques schématisées visant la transmission de notions ou concepts.

Cette méthodologie oriente les comportements vers des activités de reproduction: schémas à imiter ou à colorier plutôt que vers des activités de transformation ou de combinaison d'images. La didactique iconique sert dans, ce cas, à la vérification des acquis ou à l'appropriation des concepts. De telles activités d'apprentissage s'apparentent beaucoup à celles des cahiers à colorier dont Landry et Wallot (1980) décrivent les effets négatifs:

> "Par le cahier à colorier, l'enfant saute le cheminement graphique nécessaire à la figuration. Les cahiers à colorier véhiculent des stéréotypes graphiques et des stéréotypes culturels. Ils renvoient à l'appauvrissemnt de l'image. On note une négation du geste et une incompréhension du processus narratif chez les enfants.

b) Rôle de l'image dans l'enseignement des arts plastiques

Le rôle de l'image dans l'enseignement des arts plastiques diffère de celui en usage dans les autres matières. La distinction réside dans le la nature des modèles employés. Les arts plastiques centrent savoir-faire et techniques sur la création des images. Les autres matières mettent l'accent sur les contenus informatifs véhiculés par les images et sur les résultats attendus en termes d'acquistion de notions et de concepts. Dans l'enseignement des arts plastiques, l'apprentissage de techniques n'exclut pas l'acquistion de notions. Mais ce savoir instrumental conduit à la création d'images.

L'individu manipule, travaille, transforme la matière brute et les matériaux d'expression. Il construit ainsi l'image. Dans l'enseignement, celle-ci revêt donc plusieurs formes: informative, illustrative, démonstrative, didactique et finalement expressive. Cette dernière dimension prédomine dans l'enseignement des arts plastiques.

La pédagogie de l'image devient donc multiforme. Utiliser l'image, c'est le premier niveau d'ouverture de la pédagogie (tout n'est plus que verbal). Mais ce premier degré confère à l'image un rôle informatif ou illustratif. Au second niveau, l'enseignant propose à ses élèves de se servir de celle-ci comme d'un véritable moyen d'expression. L'intégration des médias est de la sorte une autre façon d'ouvrir la pédagogie à l'expression.

## III-COMMENT DONNER DE L'OUVERTURE A UN MEDIA EDUCATIF ?

Cette question nous oblige à définir le concept d'ouverture d'un document pédagogique.

Le degré d'ouverture se définit ici par:

a) la faiblesse relative de la structure dans l'ensemble du document; une suite d'images sans support narratif est un exemple de structure ouverte, ou mieux un corpus d'images sans relations données, c'était le cas du corpus de photogrammes, utilisé comme outil méthodologique dans la recherche.

b) la place plus grande accordée à la connotation. Il convient de faire référence ici à Barthes dans son ouvrage S/Z. Il nous dit que dans les textes classique du XXVIIe siècle le sens était très dénoté, et laissait peu de place au connoté, aux sens seconds. Textes fermés, en opposition aux textes modernes où le connoté prend beaucoup plus d'espace. Le texte fermé invite à une lecture unique alors que le texte ouvert suscite une lecture éclatée, produit une lecture plurielle qui transforme le lecteur en co-auteur. Une forme de rétro-action s'instaure mettant en relation auteur et lecteur devenu co-auteur. L'ouverture d'un document est donc fonction aussi du récepteur.

Dans le cas où le document est pédagogique, il s'inscrit dans un système de communication groupant un émetteur, un message ( l'information à transmettre) et un

récepteur. Selon G. Jacquinot qui cite Bretz, (1981) le degré d'ouverture serait fonction du but poursuivi. Si l'intention du message didactique vise des processus de transmission de l'information, le document pourrait être considéré plus ouvert puisqu "il donne à apprendre au lieu de donner ce qu'il y a à apprendre" ( Jacquinot, 1977 ). Les buts poursuivis diffèrent d'une démarche à l'autre: l'orientation pédagogique privilégie dans l'un le processus de mémorisation ou de vérification, dans l'autre celui de la créativité. Dans la recherhche décrite dans cet article, deux films servent de déclencheurs aux activités d'expression des enfants. L'un était un média ouvert ( sans support narratif), l'autre fermé (avec support narratif). Le degré d'ouverture de ces deux documents filmiques est fonction de la forme d'organisation des éléments visuels ou sonores.

L'utilisation des médias comme outils déclencheurs d'activités d'expression constitue le coeur de cette recherche qui étudie l'effet d'une structure plus ou moins ouverte du document filmique sur les processus de production expressive des enfants. Quant aux films déclencheurs, la matérialisation des degrés d'ouverture ( ou de fermeture) demeure manifestement relative et opérationnelle.

## IV- CONSTRUCTIONS VERBO-ICONIQUES DES ENFANTS STIMULEES PAR DES MEDIAS OUVERTS

La recherche porte plus particulièrement sur la façon dont les enfants s'expriment avec des images. Elle examine les effets de deux films ayant un degré d'ouverture différent sur les productions verbo-iconiques d'élèves de 1ère et 3e années du primaire. Le dispositif expérimental, initié par la projection de ces films, visait à inciter les enfants du groupe expérimental à produire des constructions à l'aide d'un jeu de photogrammmes ( extraits iconiques des films), complétées par leurs commentaires oraux. Le groupe témoin se livrait aussi à la même activité icono-verbale, sans avoir vu l'un ou l'autre des films. La recherche a ainsi pour objectif de vérifier comment l'ouverture plus ou moins grande des films stimuli manifeste ses effets dans la forme et la structure des constructions des enfants. Elle suppose qu'il y a un lien entre l'ouverture de ces documents déclencheurs et les niveaux de complexité, de transformation

des constructions et le dynamisme des interactions codiques. Ce sont là les principaux élément- de la problématique.

Cette recherche conjugue, en réalité, image et pédagogie mais sous l'angle très particulier de l'expression "bicodique". Elle regarde agir les enfants produisant du sens par la cohabitation de signes verbaux et iconiques.

Examinons maintenant quelques phénomènes relatifs au choix des images: fréquence d'utilisation et nombre d'images intégrées dans les constructions.

1- Choix des images; fréquence d'utilisation

Nous avons observé que les enfants privilégient les photogrammes qui ont un potentiel narratif, reflet de leur vécu immédiat. L'examen de la fréquence d'utilisation des photogrammes donne une point de vue qualitatif sur les choix effectués, sans toutefois faire voir le degré de complexité des constructions. La figure 1 illustre la fréquence d'utilisation des photogrammes. Chaque colonne représente les photogrammes choisis et le pourcerntage des enfants qui ont fait ce choix. Par exemple le gros plan du rouage (15%) a été le plus faiblement retenu. De façon générale, les gros plans ont été peu choisis, à cause de leur faible niveau d'information : l'image étant éclatée permettait peu le travail d'identification ou de reconnaisance de ses éléments. Le lecteur trouvera en fin de texte l'ensemble des symboles illustrant les différents photogrammes du corpus.

2-Nombre d'images choisies:

Les sujets qui ont vu les films ont intégré plus d'images que ceux du groupe témoin. Par exemple 80% des plus agés ( films Le Tombril et L'Anneau magique) emploient de 16 à 44 photogrammes en comparaison de 1 à 10 images pour un pourcentage voisin (72%) dans le groupe qui n'a pas vu de film. Les fi'.s déclencheurs semblent avoir inciter à une expression plus iconique.

## V- COMMENT SE PRESENTENT LES CONDUITES D'EXPRESSION DANS CE CONTEXTE D'OUVERTURE ?

### 1) Langage icono-verbal et l'âge.

Les résultats (dont le tableau ci joint fait la

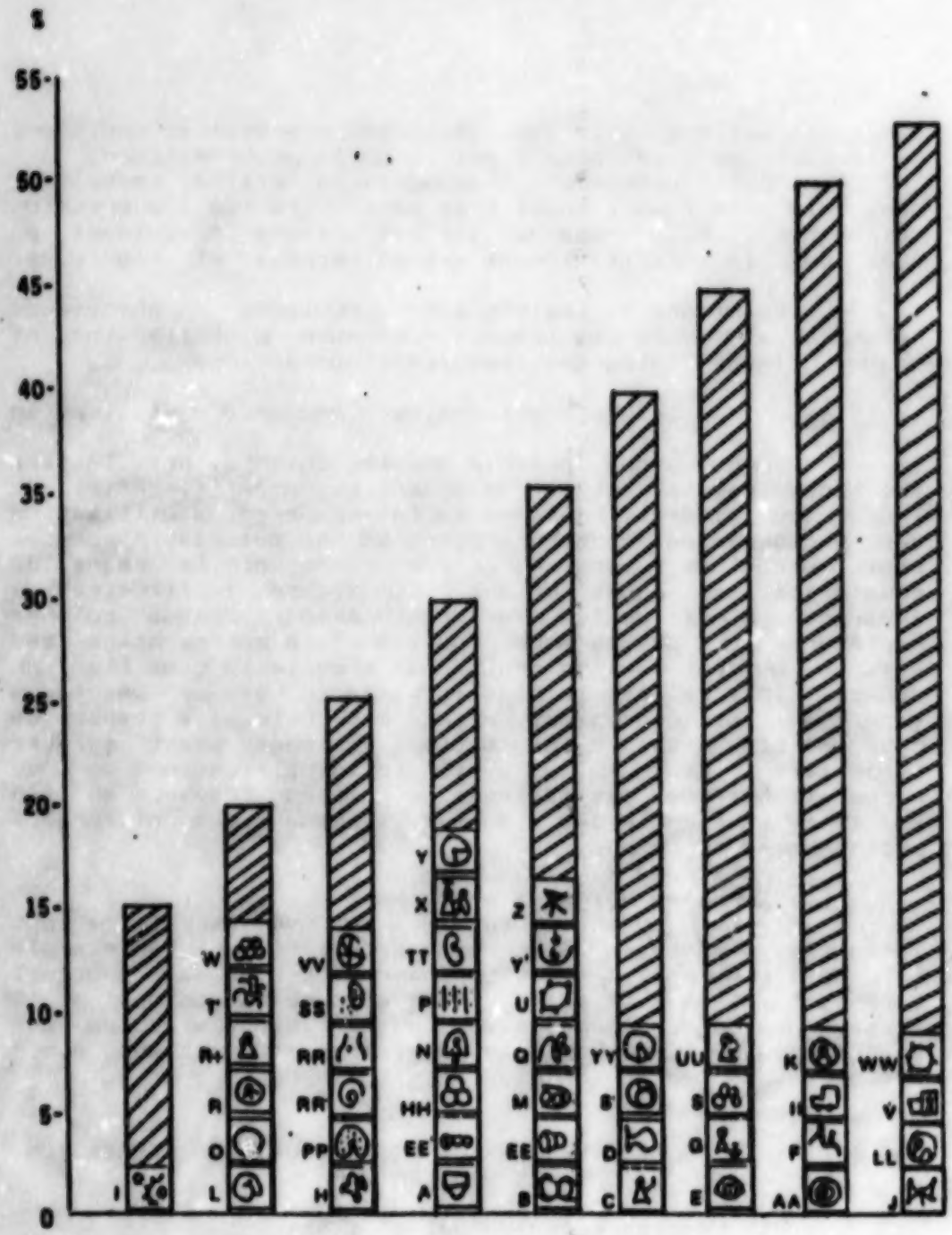



Figure 1 - Fréquence d'utilisation des photogrammes par les enfants de 6-9 ans

synthèse) ont montré que le fonctionnement de ce langage icono-verbal varie d'abord avec l'âge. Les plus jeunes décrivent ce qu'ils perçoivent dans les images, ou bien,en identifient les éléments. Ils ne dépassent pas le niveau descriptif. Les plus vieux font davantage de récits; ceux-ci se composent d'éléments verbaux articulant les images entre elles. Le verbal y tient un rôle dominant. Les plus jeunes posent le verbal dans une relation statique par rapport à l'image ( redondance des deux signifiants); les plus agés en contre partie, combinent iconique et verbal dans une production de sens. Les jeunes organisent les images entre elles suivant des agencements originaux par rapport aux séquences "modèles" des films. Ils imaginent donc davantage de transformations que leurs aînés.

2) Formes de l'expression suivant les groupes (filmiques et non-filmique).

Les résultats ne varient pas uniquement en fonction de l'âge des sujets: le fait d'avoir ou non vu un des films influe sur les formes d'expression icono-verbales.

L'examen des résultats nous permet de dégager deux influences marquantes des films sur les conduites observées. En présence des films, les enfants ont fait un emploi plus large des photogrammes du corpus proposé et manifesté à l'occasion de leurs constructions une plus grande activité iconique, par la création de liens métaphoriques, métonymiques et typologiques entre les images. Les films apparaissent pour l'expression icono-verbal comme des stimulateurs plus actifs que le corpus isolé des photogrammes. Cependant, les films n'ont pas annulé les conduites d'identification des images. Reliquat probable de la scolarisation? Piaget, dans un article publié dans l'Encyclopédie française avait fait observer que la scolarisation avait tendance à banaliser la production des images des enfants.

2) Ouverture des films: impact sur l'expression

Les résultats ont montré aussi que l'ouverture des films stimuli exerçait une certaine influence sur le fonctionnement du langage icono-verbal des enfants plus âgés. La structure ouverte du film le Tombril a favorisé

des constructions d'un niveau de complexité plus élevé en termes d'articulations inter-séquentielles que ne le faisait L'Anneau magique ( film plus fermé).

Ensuite, nous avons constaté un autre phénomène relié à l'ouverture des films: les enfants plus jeunes ayant vu le film le plus ouvert produisaient des modifications en plus grand nombre, ajoutaient des éléments nouveaux aux fragments ou leur greffaient des chaînes. Ils inventaient aussi des chaînes en intervertissant l'ordre des éléments: configurations ou agencements originaux par rapport au modèle référentiel filmique.

Jusqu'ici nous avons vu les effets du film à structure plus ouverte, voyons maintenant ceux du film plus fermé. Ce dernier, chez les aînés, semble avoir encouragé d'autres types de conduites, en particulier des formes d'expression icono-verbales dynamiques. Les constructions du groupe de l'Anneau magique comptent plus de relations icono-vebales dynamiques.

Somme toute, l'ouverture des films a eu un effet positif sur la conduite icono-verbale des enfants. Cependant, la différence entre les degrés d'ouverture n'a pas semblé suffisante pour produire des écarts significatifs ou des différences nettes entre les performances des deux groupes.

En conclusion, que nous apprennent ces résultats sur l'utilisation des photogrammes et des films stimuli dans un contexte d'ouverture pédagogique?

Les films ont provoqué des activités d'expression, riches au plan iconique par le nombre d'images employées dans les constructions et les rapports entre celles-ci et les énoncés verbaux. Ces derniers se sont avérés pauvres : expressions dénotatives et descriptives peu élaborées. Compte tenu de ces résultats, l'utilisation pédagogique du film devrait prévoir une stratégie dans laquelle une étape préparatoire donnerait lieu à une ou plusieurs activités de reconnaissance. Cette première étape d'identification permettrait d'évacuer ou de libérer les conduites dénotatives et descriptives des enfants, face à un modèle filmique référentiel. Suivrait ensuite l'étape de l'expression. Elle pourrait se manifester suivant le cas dans une ou plusieurs actvités entourant l'utilisation des images comme matière d'expression.

Cependant les films déclencheurs n'ont pas un pouvoir magique. L'enseignant devrait laisser son imagination dépasser les limites de l'outil, de son contenu, de sa forme ou de sa structure. En somme, pourquoi ne

pourrait-il pas faire éclater les fonctions pédagogiques du document filmique et le transformer en un moyen déclencheur de diverses formes d'expression où l'iconicité et le verbal se combinent? Cette démarche pédagogique respecte les principes mêmes de l'éducation à l'expression par les médias.

Les enfants, comme la recherche l'a montré, peuvent combiner les images en établissant de façon intuitive des liens métaphoriques entre elles. Il y aurait lieu, dans le contexte scolaire, d'amplifier cette capacité spontanée des enfants, en les invitant à dépasser le niveau littéral de l'expression, aux plans verbal et iconique. Ainsi, l'image aurait à dire et le mot à imager. L'enseignant se soucierait d'amener les enfants à développer un langage dans lequel l'iconique et le verbal joueraient un rôle interactif et se conjugueraient de façon dynamique.

## VI-PERSPECTIVES D'AVENIR DES A.P.I.

En conclusion, il conviendrait d'examiner quelques applications pédagogiques de l'image...Si nous élargissons les résultats de cette recherche, nous pouvons nous demander comment le concept d'ouverture peut s'appliquer à un système pédagogique dans lequel les principaux actants sont les enseignants et les élèves, les documents pédagogiques y jouant le rôle de supports médiatisés facilitateurs de l'apprentissage. La systémique nous laisse entendre que, dans tout système, les composantes et leurs interrelations tendent à se ponctuer. L'attitude positive de l'enseignant vis-à-vis des méthodologies ou des outils et documents pédagogiques à structure ouverte engendre en contre-partie chez ses élèves des comportements et conduites propices à des productions plus dynamiques et à des activités créatrices. En établissant un système de ponctuation plus ouvert, l'enseignant accepte d'élargir les frontières de sa classe, d'ouvrir portes et fenêtres au changement, à l'innovation, à la diversité des points de vue. Il contribue alors à transformer l'école en un lieu d'apprentissage ouvert aux formes nouvelles d'expression issues de la modernité. Par cette attitude d'ouverture, l'enseignant permet à l'enfant de devenir un spectateur actif, et un créateur possédant des moyens lui permettant d'agir sur l'image, celle-ci devenant entre ses mains signe

et outil d'expression.

## BIBLIOGRAPHIE

Barthes, Roland, (1970), S/Z. Collection Points, Seuil,Paris

Du Pont, Chantal (1984), Reconstruction par des enfants de six à neuf ans de messages filmiques à structure ouverte ou fermée, F.B.E., Montréal,336p.

Jacquinot, G. (1977), Image et pédagogie, P.U.F. Paris.

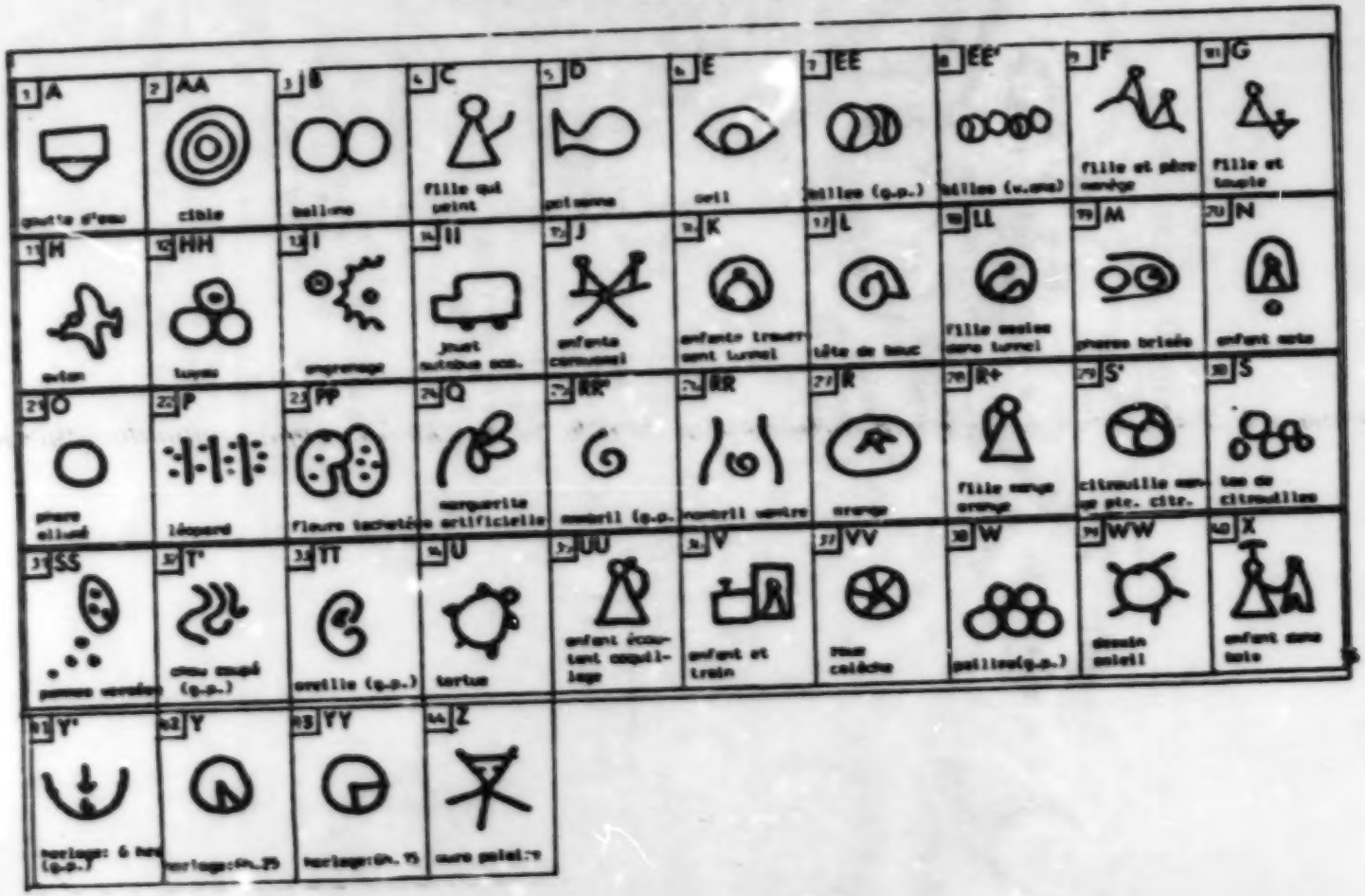
Jacquinot,G.(1981). On demande des inventeurs, in Communications, 33, 5-23, Seuil.

Landry,L et Wallot, J.A. (1980), Analyse formelle et idéologique des cahiers à colorier Presses de l'Univercité du Québec à Montréal, Montréal, p 218-261.

TABLEAU SYNTHESE DES RESULTATS

| FACTEURS | AGE | TOMBRIL | ANNEAU MAG. | N.F. |
|---|---|---|---|---|
| expression (film/n-f) | 6-9 | Films stimuli plus actifs que Photogrammes<br>Usage plus grand de photog. | | |
| | 6-7 | Conduites d'identification<br>Constructions référentiel.<br>+ liaisons ma, my et ty entre images<br>( structure iconique) | | |
| | 8-9 | | | construction diégétique<br>récit<br>Struct. verb. |
| ouverture des films | 8-9 | Complexité + élevée<br>+articulat. entre sequen. | + relations dynamiques entre image et parole | |
| | 6-7 | Transformations modifications<br>+ nombreuses | | |
| Age | 6-7 | V= descriptif<br>I= Liens ma, my, ty<br>Relations statiques entre codes<br>Rapports de recouvrement | | |
| | 8-9 | Récits ou quasi-récits<br>V= fil conducteur<br>Relations dynamiques entre codes<br>Rapports de substitution et de recouvrement | | |

## Corpus de photogrammes et leur symbolisation



# L'image animée comme support à l'apprentissage

Claude Janvier
et Claudine Mary
CIRADE

**Séminaire sur la Représentation**
26 mars 1986 - n°, 10

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR

## INTRODUCTION

Certaines enquêtes ont démontré que l'enseignant des mathématiques au Québec considère les films mathématiques comme mal adaptés, mal appropriés et cadrant mal avec les programmes. De tous les enseignants, les professeurs de mathématiques sont ceux qui utilisent le moins le film dans leur enseignement. Des discussions avec de nombreux collègues lors de rencontres internationales nous portent à croire que la situation n'est pas différente à l'étranger. Bien sûr, cet enseignement n'est peut-être pas conçu en fonction du film. Il convient de remarquer cependant que les critères généralement utilisés pour la description des films ne leur permettent guère de connaître suffisamment les caractéristiques d'un film qu'ils s'apprêteraient à utiliser. Il nous semble que les recherches dans le domaine devraient comme celles qui est à la source de cet article, viser à l'élaboration d'un système d'analyse du film mathématique le situant dans un cadre d'apprentissage et permettant de le décrire pour ses qualités audio-visuelles intrinsèques.

### Travaux antérieurs

Les recherches antérieures dans le domaine du film mathématique et de ses applications dans l'enseignement sont peu nombreuses. Quelques pédagogues de grande valeur ont consigné dans des articles des réflexions générales et intéressantes fondées sur une analyse de l'image animée en fonction des caractéristiques de la pensée mathématique. Dans le cas de Fletcher, Nicolet et Gattegno, ce type d'analyse a même débouché sur une production de films que nous jugeons de grande qualité. Il n'en demeure pas moins cependant que la recherche dans le domaine tendant à la fois à élargir la problématique et à l'asseoir sur une expérimentation systématique n'a pas encore démarré.

On retrouve bien entendu de nombreuses études "expérimentales" comparant l'efficacité du film par rapport à d'autres média. Dans ces recherches, le critère d'efficacité d'un médium est mesuré par les résultats des sujets de l'expérience à un test mathématique. Les films sont construits à partir de vagues principes de clarté pédagogique. Les variables méthodologiques sont si nombreuses que l'on ne s'étonne pas que les résultats soient peu concluants en ce sens qu'elles ne mènent à aucune explicitation des facteurs déterminant l'apport de l'image animée et de ses caractéristiques dans un processus d'apprentissage. Nous ne connaissons aucune étude qui compare des méthodes de construction de films, des utilisations diverses de l'image...

Cependant, deux auteurs ont fait une contribution importante dans des domaines connexes en regard des questions qui nous concernent. D'une part, la recherche de Geneviève Jacquinot publiée dans "Image et Pédagogie" (JACQUINOT (1977)) fournit un excellent point de départ pour élargir la problématique de l'analyse du film mathématique. Il est en effet possible de spécialiser ses réflexions au domaine de l'enseignement des mathématiques et de situer le film mathématique dans le cadre d'une pédagogie centrée sur la participation de l'élève. Son cadre théorique nous permet aussi de prendre en compte l'organisation du film (agencement des images, rapport image-son...), le mouvement (l'image animée) et les modes d'implication de l'élève. D'autre part, Michel Denis dans "La mémoire d'un message filmique comparée à celle d'un message verbal chez des enfants d'âge scolaire" (DENIS(1971)) situe bien les résultats de la psychologie expérimentale en regard de la dualité image-verbe omniprésente dans le film mathématique. Une étude inspirée de la problématique de Jacquinot se retrouve dans MARY (1984) dont cet article reprend les grandes lignes. Pour ce qui est de l'article de DENIS, il n'a été porté à notre attention que tout récemment. Il servira principalement à situer le contexte expérimental de la recherche dont il est fait rapport dans le présent article.

Nous exposerons dans un premier temps quelques aspects importants de la pensée de Jacquinot que nous illustrerons à l'aide d'exemples. Dans un second temps, nous décrirons sommairement les résultats de recherche exposés dans DENIS(1971) pour ensuite entreprendre un compte rendu des résultats contenus dans MARY(1983).

*Soulignons que les documents filmiques concernés par cet article sont ceux utilisables par les enseignants dans le cadre de leur enseignement et non pas des biographies, des cours filmés...*

## Le film pédagogique selon G. Jacquinot

Le film pédagogique se situe en dehors du temps. L'agencement des images dépend de l'articulation logique. La succession des images visent à montrer et à démontrer. Dans une analyse qu'elle fait de documents existants, elle distingue deux modes d'agencement des images: le mode monstratif et le mode démonstratif.

Dans le mode monstratif, les faits sont montrés sans intention logique. Evidemment, il faut toujours avoir recours à des conventions d'écritures. Ce mode est assimilable à la narration. Dans le film mathématique, on peut penser aux constructions, aux simulations, aux modélisations...

Dans le mode démonstratif, Jacquinot introduit les processus de caractérisation (tel la définition), de comparaison et d'inclusion (dans lequel on peut situer certaine forme d'inférence). Le mode démonstratif est, pour nous, particulièrement important avec ses processus d'induction mathématique, de démonstration...

Pour elle: " Le discours filmique associe deux types d'énoncés, l'iconique et le linguistique (le verbal)." Elle précise que le verbal possède des marques d'énonciation (les pronoms démonstratifs, par exemple) qui guident, situent, étiquettent etc. Il fixe le sens des images qui sont par nature polysémiques. Ces dernières n'ont pas de marques d'énonciation. On les approche globalement. Les deux énoncés sont donc appelés à jouer des rôles complémentaires, l'un enrichissant l'autre.

Selon Jacquinot, en choisissant les modes d'agencement des séquences (monstratifs, comparatifs,...) et le type de rapport image-parole, en particulier, on détermine déjà le degré de participation du spectateur-élève. Dans le film pédagogique, on privilégie la plupart du temps les caractéristiques du verbal: une structure linéaire et un discours directif auquel on soumet l'image. A la limite, on filme un professeur donnant un cours ou un personnage faisant office de maître. Plus souvent l'enseignant (ou son substitut) n'apparait pas à l'écran mais est malgré tout très présent. Ces films ne sont pas satisfaisants dans la classe et il arrive qu'on préfère en supprimer le commentaire afin d'échapper à une directivité trop écrasante.

En fait la parole et l'image entretiennent souvent un rapport conflictuel. Si le repérage des éléments visuels pertinents dans un ensemble complexe en mouvement est une opération difficile et déroutante et exige une intervention didactique (souvent verbale) bien que minime, une intervention verbale trop imposante distrait le spectateur en ce que le message sonore devient difficile à intégrer au visuel. On note une difficulté semblable de coordination quand le visuel devient trop complexe face au sonore. Dans les deux cas, le conflit visuel-sonore amène un décrochage chez le spectateur (participant). Les travaux des psychologues sur le film s'adresse précisément à cette question complexe comme nous le verrons plus loin. La nature même des relations entre le visuel et le verbal peut aussi entrainer une démission de la part du spectateur.

Le film pédagogique est strictement symbolique et rationnel en ce sens que le symbolisme utilisé se comprend à l'aide de conventions et d'intentions. En d'autres mots, tout est choix; tout est à décoder.

Prenons un exemple qui illustre ceci et le conflit parole-image.

Il s'agit d'un film en boucle réalisé par l'Office National du Film du Canada. Il s'intitule "Tangente". D'abord apparaît à l'écran un cercle centré à l'intersection de deux axes orthogonaux et dans lequel "tourne" un rayon (figure 1).

figure 1

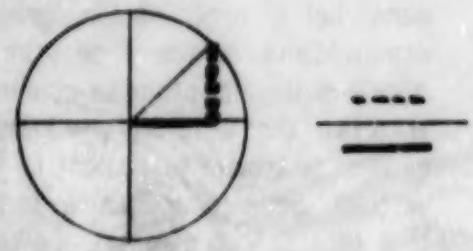


figure 2

Ensuite apparaissent les deux côtés du triangle rectangle (un en vert et l'autre en rouge) ayant le rayon comme hypoténuse et représentant l'abscisse et l'ordonnée du point à l'extrémité du rayon (figure 2). La rotation de ce rayon entraîne une variation continuelle de ce triangle. A droite du cercle est placé un trait noir horizontal de longueur fixe. Au dessus se trouve un trait horizontal rouge de longueur variable et au dessous, un trait horizontal vert aussi de longueur variable. Ces traits varient selon la longueur des côtés du triangle rectangle dont ils reproduisent la couleur. Tout se passe sans commentaire. Une seule explication (écrite) apparaît à la fin. Les trois traits horizontaux sont remplacés par des termes mathématiques pour former le schéma suivant:

$$\text{tangente} = \frac{\text{sinus}}{\text{cosinus}}$$

Cette séquence se situe loin du mode monstratif. Nous constatons le grand nombre d'éléments intentionnels. On a voulu nous dire quelque chose. Mais quoi? Ce type d'images n'a de sens que dans les intentions qu'on y cache. Elles ne sont pas performatives selon l'expression de Jacquinot. Par exemple, les segments pointillés et en traits foncés (colorés dans le film) ne sont considérés que comme longueur et non pas en tant que segment. En ce sens, la figure qu'ils forment (le rectangle résultant) n'a qu'une importance très minime. La situation se complique quand les mesures de ces segments interviennent dans un quotient suggéré par la présence du trait noir. On se trouve alors aussi au niveau conventionnel par l'usage que l'on veut faire de la "barre de fraction"

qui doit signifier une division. On combine, comme on le constate, le conventionnel et l'intentionnel.

Voici pour une analyse brève de la complexité visuelle de la séquence. On remarque la nécessité d'interventions verbales ou sonores pour guider l'oeil dans cette organisation graphique complexe. Pourtant il existait un commentaire sonore à ce film. Après quelques années d'utilisation, il fut décidé suite aux plaintes continuelles des enseignants de rendre le film muet. Il fallait *ouvrir* le film, le rendre *moins directif*. Mais la grande difficulté de ce film se trouve justement là: la structure du film est toute entière de nature verbale. Sans commentaire, le film n'a plus de sens. Avec commentaire, il est trop étroit, trop directif. Le texte est trop chargé et les termes utilisés peu familiers.

Le choix de Jacquinot, c'est celui du film où le son et l'image accomplissent eux-mêmes l'acte didactique: un son et des images chargés de sens sans intervention lié au monde de la classe. Pour Fletcher, un bon film se distingue par une structure que l'on peut interpréter de plusieurs façons où le message n'est pas univoque.

## Rôle du film

Il faut pondérer cette dernière affirmation en précisant qu'aucun film ne peut être bon en soi. Il ne peut être apprécié qu'en fonction de son insertion dans une séquence d'apprentissage. Ainsi, on peut situer un film sur une échelle allant de *"amorce"* à *"synthèse"* selon qu'il exige un matériel complémentaire visant à rendre le questionnement visuel du document filmique fécond pour l'étudiant. Cependant cette dichotomie n'est pas absolue certains films *synthèse* pouvant devenir l'*amorce* d'une autre séquence didactique. Le document *synthèse* suppose des réflexions et des approfondissements qu'il entend consolider. Il suppose une activité intellectuelle concomitante mais surtout un cheminement antérieur. Nous sommes d'avis que le film mathématique peu importe ses caractéristiques ne peut se concevoir sans son intégration dans un apprentissage basée sur un matériel varié.

L'analyse de Jacquinot, elle, présuppose le passage d'une *pédagogie de produit* à une *pédagogie du processus* (plus centré sur l'exploration) et relevant davantage d'une philosophie constructiviste de l'apprentissage. Cette pédagogie de processus s'inscrit déjà dans le film (où en est éliminé) dès l'étape du choix des éléments picturaux et sonores et de leur agencement.

## Au delà du géométrique

Le lecteur est sans doute enclin à penser que seul le géométrique au sens large peut être l'objet de film mathématique. Nous donnons un exemple "algébrique" qui permettra d'illustrer que la linéarité du film n'est pas la même que celle du manuel ni que celle du tableau noir. Dans cet exemple, on demande la valeur de $3x^2$ quand $x=2$. La figure 3 montre sur trois colonnes les trois déroulements que nous expliquons maintenant.

| A) $x = 2$ | B) $x = 2$ | C) $x = 2$ |
|---|---|---|
| $3x^2 = 3(2)^2$ | $3x^2$ | $x^4 \cdot 2$ |
| $3x^2 = 3 \cdot 4$ | $3 \cdot 2^4$ | 2 |
| $3x^2 = 12$ | $3 \cdot 4$ | $3x^2$ |
| | 12 | $3 \cdot 2^2$ |
| | | $3 \cdot 4$ |
| | | 12 |
| Manuel | Cours oral<br>Tableau noir | Film |

Deux commentaires
1) (x et 2 se confondent - x disparaît).
2) (2 glisse vers x - les deux signes se superposent - x disparaît).

figure 3

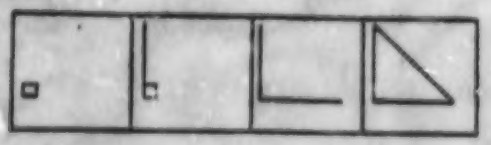
On constate que l'égalité dans un manuel doit être écrite et répétée car autrement il subsiste un ambiguïté inhérente. Au tableau, le discours peut permettre de se "passer" du signe "=" étant donné que les "en substituant" et les "on obtient" peuvent les remplacer. Pour le film, la substitution peut être visuelle. Le x disparaît en "zoom out" pour être remplacé en "zoom in" par sa valeur 2. Le déroulement dans le temps du film permet de garder une seule entité à l'écran et rend ainsi inutile le recours au signe "=". L'image animée permet de délinéariser le discours écrit mathématique. Par exemple, une équation peut être écrite à l'écran selon un ordre correspondant plus à la question posée ou à la méthode de solution tacitement retenue.

## L'image animée et le processus de définition

L'image animée géométrique peut favoriser certains processus de pensée inhérents à l'apprentissage des mathématiques: la comparaison, la discrimination, la généralisation... En particulier l'image animée contribue de manière spécifique à la *définition* d'objets. Le film "Possibly So Pythagoras"[1] illustre très bien le rôle que peut justement jouer l'image animée dans un processus de définition.

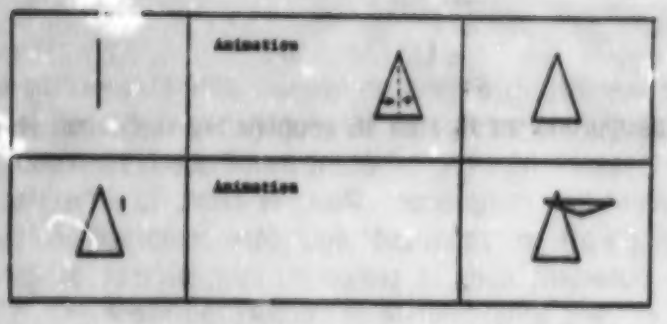
Nous distinguons très clairement quatre modes et niveaux de définition déterminés par quatre types d'animation.

### 1) *La construction un à un des objets de l'ensemble*



Un triangle rectangle est construit par ajouts successifs des éléments qui le constituent à partir d'un angle droit. L'apparition l'un après l'autre de plusieurs triangles rectangles construits de la même façon et leur mise en relation par le "spectateur" permettent de caractériser l'ensemble.

### 2) *La construction une à une de familles d'objets, sous-classe de l'ensemble à définir*



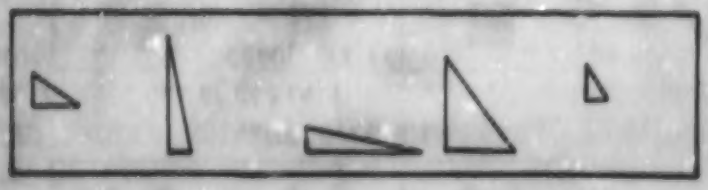

1- Film utilisé dans l'expérimentation et qui est décrit plus loin.

A l'aide d'une animation en continuité, on présente une classe de triangles isocèles par exemple, l'ensemble de ceux ayant même hauteur. Plusieurs triangles ou sous-classes amènent la caractérisation de l'ensemble entiers des triangles isocèles.

Des modes de définition intermédiaires entre ces deux premiers peuvent exister. Selon que l'animation est plus ou moins continue, la sous-classe est alors définie plus ou moins discrètement (de manière discontinue). De plus, différents codes peuvent intervenir modifiant l'interprétation de la séquence. Par exemple, si la trace du mouvement est persistante ou non, on pourra voir une infinité de triangles ou un seul ou vice versa.

### *3) L'illustration du "quelconque"*

Un triangle rectangle se déforme en continuité, tout en conservant un angle droit, pour prendre ainsi une infinité de positions possibles au triangle rectangle. L'image mouvante qui en résulte définit le triangle rectangle "quelconque", triangle dont un angle, le droit, est invariant.



NICOLET (1965) reconnait cette spécificité de l'image animée géométrique à exprimer le quelconque:

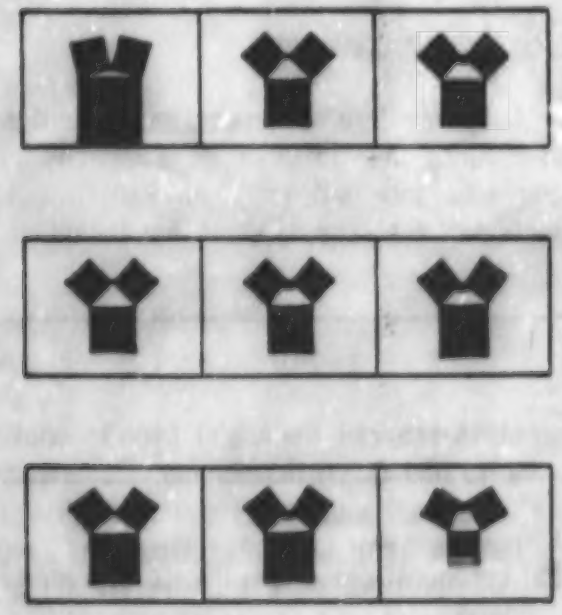
> *Il exite un moyen d'harmoniser, de fondre en une seule (...) l'attention à la lecture, l'évocation d'une infinité de figures analogues ayant une propriété commune d'après une seule d'entre elles, et enfin l'imagination, difficile, de la propriété elle-même. Ce moyen, c'est le dessin animé*(p.74).

### 4) *Inclusion de l'ensemble à définir dans un ensemble plus vaste*

Les trois modes de définition donnés jusqu'ici correspondent dans l'ordre à trois traitements de l'image de plus en plus dynamiques et continues. Parallèlement, l'ensemble défini est de plus en plus dense. L'animation et l'objet à définir entretiennent un lien étroit.

Il existe un autre mode de définition caractérisé aussi par un type d'animation: il s'agit de la particularisation. Ce terme a été emprunté à Geneviève Jacquinot. Il correspond chez elle à un mode d'agencement des images que nous utilisons sans doute dans des situations qu'elle n'avait pas envisagées. La particularisation prend en effet pour nous un sens coloré par les mathématiques.

Le quatrième mode de définition, donc, situe l'ensemble à définir dans un ensemble plus large, par *particularisations successives*. Ceci est illustré dans le film par trois séquences de vérification du théorème de Pythagore. Chaque séquence sélectionne un objet d'étude comme ceci: un triangle se déforme par animation en continuité, le mouvement s'arrête sur un cas particulier (un exemple).



Ensuite, on effectue sur celui-ci la vérification du théorème de Pythagore par découpage et déplacement des morceaux. Les particularisations successives (animation continue-arrêt-vérification) permettent de repérer le cas qui "marche". Il s'agit de faire prendre conscience de cette situation privilégiée parmi l'ensemble infini et dense des triangles isocèles (qui est signifié par l'animation en continuité). Le montage définit ainsi une sous-classe caractérisée par le théorème de Pythagore. Cette sous-classe s'appelle "le triangle rectangle": elle est identifiée par un carré en son angle au sommet ( ◢ ) au lieu d'un secteur angulaire ( ▲ ) qui indique, lui, la grande classe des triangles isocèles.

Nous croyons avoir exposé comment l'animation peut contribuer à favoriser plusieurs processus de pensée mathématique bien que nous ne nous soyons

arrêtés qu'à la définition. D'autres exemples sont abordés dans MARY (1983) comme la modélisation, la démonstration, etc. Bien sûr, il n'est pas nécessaire de mettre le spectateur-élève au courant de ces subtilités pour qu'il en profite. Le fait d'être exposé à ces images ne peut qu'enrichir son bagage d'images mentales. Par ailleurs, nous croyons qu'il est indispensable que le concepteur soit informé du large éventail qu'offre l'animation mais aussi prévenu de toute la complexité qu'elle implique.

## La dualité verbal-visuel: quelques résultats

Les recherches mentionnées dans DENIS (1971) comparent la mémorisation de stimuli verbaux et de stimuli visuels. Bien que les méthologies diffèrent dans les études dont il fait rapport, les chercheurs soumettent en général aux sujets des listes de mots (prononcés) où l'on montre une série d'objets ou d'images. Les tests visent à comparer la capacité de rappel chez les sujets. Comme le souligne Denis, elles portent sur un aspect restreint de l'activité cognitive complexe désignée sous le nom d'*intelligence* du récit. Ces recherches laissent supposer une activité de dénomination verbale (souvent implicite) facilitant le rappel d'images présentées en succession. En effet, il a été montré autant chez les enfants que chez les adultes que les dessins (ou objets) sont toujours évoqués en plus grand nombre que les stimuli verbaux. On suppose qu'une activité de verbalisation ou de dénomination de stimuli non verbaux permet aux sujets au moment du rappel de compter sur des indices fournis par l'objet et par l'"expression" verbale qui lui est associée.

En revanche, Denis a montré que l'on ne peut pas généraliser ces résultats aux films considérés comme chaînes de stimuli visuels par rapport aux récits envisagés comme successions de stimuli verbaux. Pour ce, deux séquences de 4 minutes environ furent tirées de longs métrages ayant déjà eu une exploitation commerciale. Elles mettent en scène des animaux et des humains dans des scènes familières. On a tiré de ces séquences deux récits comprenant respectivement 53 et 65 unités de discours. Les épreuves furent passées chacune par 30 enfants de 6, 8, 10 ans (10 de chaque groupe d'âge). Les résultats montrent en effet la supériorité globale des réponses aux récits sur les réponses aux séquences filmiques. Cette différence s'explique par le fait que le matériel visuel (comme le mentionne Jacquinot) est largement polysémique et qu'il implique une activité de restructuration, d'organisation de la part du sujet alors que le verbal est d'ambiguité restreinte donc comporte une information plus mémorisable et ré-utilisable. Ces résultats suggèrent aussi, dans le cas du stimulus cinématographique, que la succession rapide des images empêche l'activité de dénomination qui facilite le rappel. D'ailleurs, des expériences accélérant la présentation des images et des mots vont dans le

même sens. De plus, comme l'activité de verbalisation s'améliore avec l'âge de 6 à 10 ans, on est amené à postuler d'autant plus l'existence de cette activité de dénomination que, selon l'étude de Denis, la supériorité du récit sur le film s'accroit avec l'âge (de 6 à 10 ans).

Ces conclusions sont relativement ténues par rapport à la notion de compréhension que l'on aimerait mesurer dans le film mathématique qui comporte en soi beaucoup d'éléments abstraits, de signifiants symboliques divers. Alors que les gestes de la vie courante nous permettent de mettre en relation certaines images présentées en succession dans le mode monstratif, il en va autrement pour la succession d'images ou en fait les mouvements qui caractérisent le film mathématique. Peut-on par analogie y retrouver certains types de dénomination verbale? Il est d'emblée évident que le mot servira principalement non pas à faciliter le rappel des images mais plutôt comme l'a souligné Denis à une "réduction" de la complexité visuelle des séquences ou à une focalisation sur les éléments pertinents. Nous croyons que dans la dualité verbal-visuel, le mot peut être envisagé comme un élément structurant et déterminant le visionnement afin de favoriser la prise en considération des relations inter-images entrainant la compréhension. Nous avons cru bon de présenter rapidement quelques résultats de la psychologie expérimentale car ils nous permettent de jeter une lumière nouvelle sur l'objet de notre étude et de notre expérimentation. Nous y reviendrons d'ailleurs dans la discussion sur les résultats de nos recherches.

## Une étude expérimentale du film mathématique

Passons maintenant à notre expérimentation, réalisée en 1981, avec l'image animée dans des classes de secondaires III et IV (âge 14-16 ans). Les images dont il est question dans cet article sont de nature géométrique. Elles sont organisées en discours grâce à un commentaire et à un mode rigoureux d'agencement des séquences. Le rôle des images est d'illustrer le théorème de Pythagore et celui du commentaire est d'assurer les liens logiques. Un commentaire en français a été enregistré sur magnétophone pour remplacer la bande sonore originale en langue anglaise.

## Objectifs

D'abord, il faut souligner que l'objectif de cette expérimentation n'était pas d'évaluer l'efficacité du film par rapport à un autre médium comme c'est souvent le cas. Nous ne voulions pas non plus vérifier si l'élève était plus habile après un visionnement qu'avant pour résoudre certains problèmes relatifs

au théorème de Pythagore. Nous cherchions plutôt à nous sensibiliser à la nature du médium utilisé et à nous familiariser avec les réactions des élèves au contact du film et plus particulièrement au contact d'une image animée riche. L'expérimentation était donc avant tout exploratoire et devait nous amener à formuler des hypothèses cohérentes et éclairées en vue d'éventuelles études plus systématiques.

Les résultats de l'expérimentation constituent bien plus des hypothèses de travail que des conclusions généralisables.

Avant de présenter les résultats, nous présentons brièvement le film utilisé en insistant plus particulièrement sur les extraits retenus pour l'expérimentation.

**Description du film: Possibly So, Pythagoras!**

Un commentaire initial explique que Pythagore aurait découvert son théorème en observant les motifs décoratifs formés par les tuiles couvrant les planchers de bain publique. Les figures 4 a et 4 b suggèrent le raisonnement de Pythagore en montrant un pavage de triangles isocèles rectangles qui pris 2 à 2, 4 à 4, 8 à 8, 16 à 16 ...forment des carrés. On constate donc que pour tout triangle isocèle l'aire du carré construit sur l'hypoténuse (mesurée à l'aide de petits triangles isocèles) est égale à l'aire des carrés construits sur les côtés. "Peut-on généraliser cette constatation pour tout triangle rectangle?". Voilà la question que pose le commentaire. Pythagore a déjà répondu oui à cette question. C'est son théorème que le spectateur est invité à explorer.

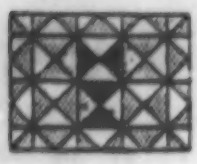


figure 4 a

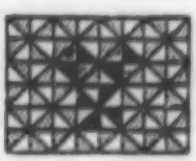


figure 4 b

D'abord apparaît un triangle isocèle à base variable, les deux autres côtés restant invariants. Sur trois positions de ce triangle, angle au sommet aigu, obtus et droit, il est illustré que le résultat de Pythagore est vrai seulement si

le triangle est rectangle (voir figures 5 a et 5 b).

figure 5 a

figure 5 b

Ensuite, en se référant aux arpenteurs de l'Ancienne Egypte, le commentaire du film affirme que pour un triangle rectangle à côtés "mesurables", il est facile de vérifier l'égalité. C'est ce qui est fait à l'aide de la figure 6.

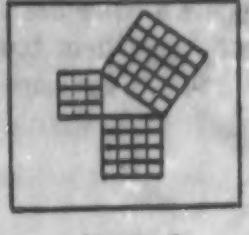


figure 6

Puis, le film procède à une argumentation visuelle générale (fondée sur la figure 7) à l'aide de déplacements et de superpositions d'images. Le plus grand des carrés construits par les côtés de l'angle droit est partagé par une "croix" et les morceaux formés sont déplacés avec le petit carré de manière à couvrir le carré de l'hypoténuse. Le résultat est donc "vrai" pour n'importe quel triangle rectangle. Cependant, pour le concepteur du film, l'animation relative à la figure 7, ne constitue pas une démonstration. En effet, l'argumentation visuelle montre des superpositions; mais les caractéristiques des figures géométriques garantissant la validité de ces superpositions ne sont pas démontrés. Ainsi conclut-on dans le film que les mathématiciens ne se satisfont pas de cette

démonstration même si l'expérience est répétée une multitude de fois. Et le film continue sur quelques démonstrations algébriques qui n'ont pas été présentées aux élèves lors de l'expérimentation.

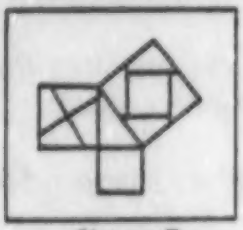


figure 7

En bref, la partie du film visionnée s'organise, grâce au commentaire, en une chaine de questions et de réponses assemblée pour épuiser tous les cas de triangles et vérifier visuellement sur ceux-ci le résultat de Pythagore. Des séquences de définitions des objets d'expérimentation sont suivis de séquences d'expérimentation portant sur ces objets, c'est-à-dire, de la tentative de vérification du résultat de Pythagore. Ce sont les séquences de définition que nous avons abordées précédemment. Les séquences de définition caractérisent visuellement les triangles rectangles et isocèles. Ces séquences du film, bien distinguées des autres par leur couleur (à prédominance rouge) présentent un intérêt didactique.

<u>Une pré-expérimentation "sans le son"</u>

Le film a été présenté à différentes classes d'élèves, de capacités et de niveaux différents. Nous ne présenterons que les résultats obtenus d'un groupe régulier[1] d'une trentaine d'élèves de secondaire IV. Dans cette classe, les séquences d'expérimentation du film ont été présentées une à une (il y en a trois), trois fois chacune, sans le commentaire sonore du film. Après ce visionnement triple, les élèves devaient raconter "l'histoire" de la séquence qu'ils venaient de voir.

1- Jusqu'à dernièrement, les élèves du Québec au secondaire étaient regroupés, selon leur performance en mathématiques, en trois classes, enrichie, régulière et allégée, pour une même niveau.

**Résultats et commentaires**

Aucune catégorisation de ces histoires n'a été réalisée étant donné le caractère informelle de cette première étude.

Les élèves ont bien vu, dans les images présentées, des relations de cause à effet.

1) La variation d'un côté du triangle entraîne la variation de l'angle qui lui est opposé:

*"Quand la base devient plus petite, l'angle opposé devient aussi plus petit (...). La base devient plus grande, l'angle opposé devient aussi plus grand".*

2) La variation de l'angle entraîne la variation du carré construit sur le côté opposé:

*" Plus tu agrandis l'angle opposé à l'hypoténuse plus le carré sur l'hypoténuse (*le côté le plus grand*) est grand et plus tu rapetisses l'angle, plus le carré est petit".*

3) La variation des côtés entraîne la variation des carrés construits sur ces côtés:

*"(...)" les carrés restaient donc proportionnels aux côtés du rectangle.*

Que nous suggèrent ces réponses?

Premièrement, certains éléments picturaux semblent avoir guidé le spectateur (malgré le commentaire absent): dans le film l'angle au sommet et son côté opposé étaient signifiés picturalement par une couleur particulière.

Mais, par ailleurs, le film présentait des séquences d'expérimentation comparant, par découpage et déplacement, l'aire du carré sur la base ou sur l'hypoténuse et la somme des aires de deux autres carrés. Très peu d'élèves ont fait référence à la relation entre ces aires malgré le fait que les carrés soient toujours présents à l'écran.

Deuxièmement, le film sans commentaire transmet un message multiple. Surtout qu'ici, l'image géométrique est un système de relations. Ceci est d'autant plus vrai qu'il y a mouvement, que la variation d'un élément entraîne la variation d'un autre voire de plusieurs autres tel qu'en témoignent justement les commentaires des élèves. C'est l'animation qui donne son sens à une affirmation telle "*en face du plus grand angle est le plus grand côté*". Et peut-être faut-il d'abord être mis en contact avec cet événement pour comprendre une relation comme $a^2 + b^2 = c^2$ (du moins d'un point de vue géométrique). Il faut convenir que chaque individu réalise une interprétation en fonction d'une "grille" personnelle en évolution même durant le visionnement.

Bien que sommaires, les résultats obtenus grâce à cette exploration en classe, permettent de faire un pas dans le sens d'une meilleure compréhension de l'événement "animation". A cette première phase, a succédé une expérimentation un peu plus systématique.

## L'expérimentation

### Méthodologie

Lors de cette deuxième phase, le film a été présenté, accompagné de la bande sonore en français, à 102 élèves de secondaire III, qui connaissaient le théorème pour l'avoir étudié en secondaire II. De plus, le professeur leur en avait parlé en annonçant l'expérimentation.

La procédure suivie fut la suivante: 1) administration d'un pré-test (8 questions) afin de mesurer le niveau de connaissances antérieures (connaissances du théorème et de notions préalables). 2) le visionnement du film (une ou deux fois). 3) l'administration de deux post-tests. Un premier post-test portait sur la relation entre les aires des carrés construits sur les côtés des triangles. Ce questionnaire ne fournissait aucun support visuel. Le second post-test, administré à la suite du premier, interrogeait les élèves sur des images tirées directement du film.

Les post-tests visaient à étudier quatre compétences particulières attendues des élèves: décrire un déplacement, décrire le résultat de ce déplacement, reproduire une illustration reliée à ce résultat et décrire le résultat d'un transformation.

Il fut possible dans l'analyse des résultats, de tenir compte de deux variables "extérieures" au film: le nombre de projections (une fois et deux fois) et les connaissances antérieures (selon les résultats au pré-test).

Les résultats au pré-test furent très faibles avec une moyenne de 2,5 sur 8.

**Descriptions du post-test et résultats**

Les résultats aux post-tests seront présentés en quatre parties, soit en fonction des compétences attendues des élèves.

1) La description d'un déplacement ( figure 8 et figure 9).

Dans le film, la "démonstration visuelle" du théorème de Pythagore sur des triangles particuliers est réalisée, entre autres, par découpage des carrés sur les côtés et déplacement des pièces comme dans la figure 5a (voir page 14). On y voit les morceaux bouger. Dans la figure 7 (voir page15), les déplacements ne sont que suggérés par changement de couleurs. Cette figure suggère que les deux petits carrés se "décolorent" progressivement alors que le grand "reçoit" ce qui vient de disparaître.

Question 1 : *Indique par des flèches les déplacements réalisés à l'écran ?*

Les figures 8 et 9 étaient fournies à l'élève.

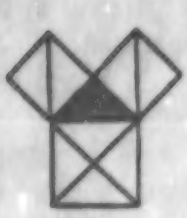


figure 8

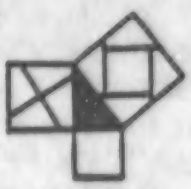


figure 9

-Résultats à la question 1 et commentaires:

Le taux de réussite fut relativement faible: pour chacune des illustrations, la moitié des élèves a indiqué de façon jugée correcte les déplacements. Le mode de réponse par flèches a pu (entre autres choses) causer des difficultés. De façon générale, il n'y a pas de différence manifeste entre les groupes, selon

le nombre de projections ni selon les résultats au pré-test. Sauf dans un cas, à savoir pour le groupe qui a vu le film une fois, la question portant sur la figure 9 est nettement moins bien réussie que celle portant sur la figure 8 ( $X^2$: P< 5%). Cette différence disparaît chez le groupe deux fois.

Ce résultat suggère que la deuxième projection aurait permis d'achever le décodage du film. Certains élèves ont pu ainsi appréhender l'illustration de la figure 9 présentée a la fin du film. Ils n'auraient cependant pas repris la lecture de la première illustration, celle de la figure 8 présentée au début.

*Une deuxième projection et de meilleures connaissances préalables n'aideraient pas à mieux "lire" l'image.* Ce ne serait toutefois pas le cas pour ce qui est de décrire le théorème de Pythagore.

2) Enoncé de l'égalité des aires

Quatre questions étaient posées à l'élève. La première (2a) demandait, sans support visuel d'énoncer le théorème que Pythagore a trouvé. Les trois autres (2b, 2c, et 2d) concernaient précisément chacune des illustrations du film.

Dans le film, une fois les déplacements complétés, dans les figures 5a et 7 (cf p. 14 et 15), le commentaire conclut à l'égalité entre l'aire du carré sur l'hypoténuse et la somme des aires des carrés sur les côtés de l'angle droit.

Dans le post-test, les figures 8 et 9 (voir page 19), correspondant aux animations 5a et 7, étaient soumises à nouveau à l'élève dans les questions 2b et 2d qui s'intitulait ainsi. " *Voici une image du film (...). Ce dessin illustre le théorème de Pythagore. Explique pourquoi*"

Le film propose aussi la figure 10a. L'égalité des aires y est déclarée par le commentaire et est suggérée visuellement par la décoloration d'une part puis par la coloration d'autre part des petits carrés représentant les unités d'aires.

Dans la question 2c, on fournissait à l'élève l'image 10b, différente du film mais du même type. La question se formulait comme précédemment: "*Ce dessin illustre aussi le théorème de Pythagore. Explique pourquoi*".

figure 10a

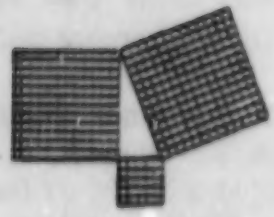


figure 10b

-Résultats à la question 2a:

*" Enonce le théorème que Pythagore a trouvé?*

Le taux de réussite a été relativement faible: 26%. Précisons de plus que des formulations de toutes sortes ont été acceptées comme correctes: de

*" les 2 petits carrés entrent dans le gros"*

jusqu'à

*"si on fait un triangle rectangle et qu'on met des carrés sur chacun des côtés, les deux plus petits carrés égalent toujours le plus gros carré."*

-Résultats aux questions 2b, 2c et 2d:

*Ce dessin illustre le théorème de Pythagore. Explique pourquoi?*

Pour les questions 2b, 2c, 2d, la relation a été exprimée correctement par 56% des élèves pour au moins une des trois illustrations.

En analysant les résultats à ces trois questions, on ne peut rejeter statistiquement l'hypothèse de résultats équivalents selon les illustrations.

Comme dans la pré-expérimentation, malgré ici un commentaire directif, le film mène à des interprétations très diverses.

- 14 élèves énoncent une propriété (correcte ou non) du triangle rectangle très éloignée de ce qu'on voulait présenter.

- *Il a un angle de 90°*
- *les carrés sur les côtés de l'angle droit se construisent en prolongeant les côtés de l'angle droit.*
- *un carré se divise en deux triangles rectangles.*
- *tous les triangles rectangles sont semblables.*

- 9 élèves ont porté leur attention sur les figures formées par les triangles:

  - *"Sur un plancher, il a découvert que les petits triangles pouvaient faire un rectangle, un carré et des faces triangulaires."*

  - *"Il a remarqué que tous les carrés étaient faits à base d'un triangle rectangle. Tous les carrés étaient de même grosseur et on pouvait les regarder n'importe comment et on pouvait découvrir d'autres carrés identiques."*

Un dessin fait par un élève semble indiquer que cette remarque a pu en partie être suggérée par un "zoom in" accompagné d'une rotation d'images.

Certains n'ont rien compris. En d'autres mots, ils n'ont que décrits des images et des mouvements sans leur accorder de sens géométrique.

- *"Les carrés se promènent d'un bord et de l'autre. Les carrés rentrent dans d'autres carrés puis rentrent dans d'autres carrés (ça finit plus). Franchement, je ne sais pas à quoi ça donne. Je n'ai rien compris."*

En analysant les résultats à ces trois questions, on ne peut rejeter statistiquement l'hypothèse de résultats équivalents selon les illustrations. Toutefois en comparant les résultats selon le nombre de projections (une fois et deux fois) et selon les résultats au pré-test on peut rejeter, cette fois, l'hypothèse dans les deux cas (voir tableaux 1 et 2).

Dans les tableaux 1 et 2, ci-dessous, les réponses des élèves sont classées, comme suit: classe I, celles qui énoncent l'égalité des aires soit le résultat de Pythagore, au moins une fois sur trois; classe II, celles qui identifient l'objet du théorème, le triangle rectangle trois fois sur trois (cette classe exclut les réponses déjà classées dans I) et classe III, les autres.

| | Classe I | Classe II | Classe III |
|---|---|---|---|
| Une fois | 25 | 15 | 11 |
| Deux fois | 32 | 5 | 14 |

tableau 1

| | Classe I | Classe II | Classe III |
|---|---|---|---|
| Ensemble des élèves inférieurs à la moyenne (2,5). | 24 | 7 | 17 |
| Ensemble des élèves supérieurs à la moyenne (2,5). | 33 | 13 | 8 |

tableau 2

Une deuxième projection et de meilleures connaissances préalables permettraient une meilleure appréhension de la formulation visuelle du théorème de Pythagore. De plus, l'énoncé de l'égalité des aires apparaît comme un deuxième niveau de décodage; le premier étant l'identification de la classe d'objets étudiés.

Par ailleurs, on peut rejeter l'hypothèse de l'équivalence des résultats pour la figure 10b selon le nombre de projections. La figure 10b semble avoir un statut particulier par rapport aux figures 8 et 9. C'est ce que confirme d'ailleurs les réponses données à la question suivante.

3) <u>L'illustration du théorème</u>

On demandait: *"Illustre à l'aide d'un dessin ce que Pythagore a trouvé"*

Remarque: Cette question accompagnait 2a) et précédait 2b), 2c) et 2d).

-Résultats à la question 3:

Voici les résultats selon le nombre de projections. Ils compilent les tentatives de reproduction, réussies ou non pour les figures 8, 9, 10 ou autres et d'illustrations de nature uniquement calculatoire comme par exemple "$3^2+4^2=5^2$".

| | figure 8 | figure 9 | figure 10 | $3^2+4^2=5^2$ | Autres correctes | Autres |
|---|---|---|---|---|---|---|
| une fois | 2 | 0 | 3 | 3 | 3 | 40 |
| deux fois | 2 | 0 | 9 | 6 | 0 | 34 |

tableau 3

La reproduction d'une illustration vue à l'écran n'est évidemment pas une tâche facile. Aucun n'a tenté de reproduire la figure 9, elle est effectivement très complexe à reproduire. On a tenté de dessiner surtout la figure 10a ou bien on en a donné la copie arithmétique ($3^2 + 4^2 = 5^2$). Si on regroupe ces deux types de réponses, les autres apparaissent marginales. C'est peut-être encore plus évident chez le "groupe deux fois."

Si on compare la séquence filmique présentant la figure 10a avec celles présentant les figures 8 et 9, on constate que, pour la première fois, des nombres interviennent dans le discours: "*Il est probable que les arpenteurs de l'ancienne Egypte (...) savaient qu'un triangle dont les côtés mesurent 3, 4 et 5 noeuds donnaient toujours un angle de 90°.*" En plus, la figure 10a constitue le seul exemple de ce type d'illustration (sur triangle à côté mesurable) et l'animation est simple; les figures 8 et 9, elles, sont inscrites dans des séquences de comparaison et de caractérisation où l'animation et le discours visuel sont plus complexes et demandent de plus grandes aptitudes perspectives. De plus la séquence présentant la figure 10a implique une opération de dénombrement. Il est donc vraisemblable que l'élève ait associé une formule arithmétique à cette figure. Ainsi, elle est devenue mémorisable, donc plus facilement reproduisible sous une forme géométrique ou algébrique. Cette opération d'association et de mémorisation se serait fait d'autant mieux à l'aide d'une seconde projection.

Cependant, il est fort probable que la formule algébrique ait déjà été apprise. Le sujet était au programme de secondaire II. Par ailleurs, lorsqu'on

illustre le théorème de Pythagore en classe c'est le plus souvent à l'aide d'illustrations semblables aux figures 10. Le film a pu remémorer des souvenirs. En outre, le pré-test a pu agir comme renforcement en présentant à l'élève des dessins du même genre. La figure 10a a donc pu attirer son attention lors du visionnement du film.

On vient de voir qu'il est difficile de reproduire de mémoire un dessin présenté à l'écran. Et, l'opération est d'autant plus difficile que l'animation est riche. A la question 4, le spectateur devait se remémorer une transformation: un triangle qui se transforme par animation en continuité. Il devait en donner les conséquences.

4) La description des résultats d'une transformation

Rappelons que dans le film, on tente donc de vérifier le résultat de Pythagore, entre autres, sur trois types de triangles isocèles avec angle au sommet droit, aigu ou obtus (voir figures 5a et 7). La vérification se fait en découpant les deux petits carrés en morceaux qu'on place ensuite sur le carré de l'hypoténuse.

Une fois le résultat obtenu, les hachures disparaissent. Le passage d'un triangle à l'autre se fait en continuité par transformation d'un même triangle isocèle dont la base seule varie. Lors de la présentation en classe, lorsque l'angle au sommet devenait aigu ou obtus, le commentaire posait deux questions, sans y répondre: *"Qu'arrive-t-il si l'angle au sommet devient plus petit (s'il mesure moins de 90$^0$)? plus grand (s'il mesure plus de 90$^0$)?* Ces deux questions ont été reprises dans le post-test avec la figure 8 (voir page 19).

-Résultats à la question 4:

Dans les réponses données, on constate d'abord beaucoup d'inversion (bonnes réponses aux deux questions interchangées). La phrase suivante, tirée d'une copie d'élève, révèle une erreur d'interprétation qui pourrait bien être répandue. Si l'angle au sommet devient plus grand (s'il mesure plus de 90$^0$), alors *"le sommet vient plus haut et les carrés ne rentrent plus dans les carrés du bas; ils sont trop grands"*. L'élévation par animation, du sommet d'un angle (par rapport à la base), la mesure des côtés demeurant constante, est sentie comme un agrandissement de l'angle. L'angle plus grand correspondrait à un sommet plus haut: en se référant aux dessins de la page suivante, on aurait:

l'angle A est plus grand que l'angle A'.

Cette erreur ne se produit pratiquement pas quand des angles sont présentés sur papier; ceci a été vérifié à l'aide d'une question du pré-test. Ce serait donc le film qui donnerait à "grandeur d'angle" un sens différent que celui entendu par les élèves quand les figures leur sont présentées sur papier.

La formulation des réponses données par les élèves renseigne sur la manière dont sont perçus ou interprétés les mouvements. Deux grandes confusions semblent s'être produites: la première dont un exemple a été donné plus haut est liée à la définition de grandeur; la seconde est davantage de nature perceptuelle.

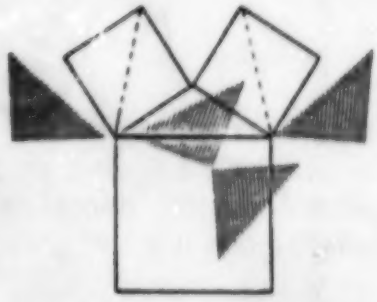
L'écrasement par animation d'un triangle isocèle, la mesure des côtés de l'angle au sommet étant invariante, donne l'illusion de rétrécissement des carrés construits sur les côtés congrus. L'image ci-dessous donne les premières et dernières images de la séquence d'animation.

Voici comment sept élèves ont traduit cette séquence:

*"les carrés du haut rétrécissent et celui du bas s'agrandit."*

En fait, tout se passe comme si c'était le cas par rapport au carré sur l'hypoténuse qui s' agrandit.

Une autre forme de réponse, bien qu'elle ne constitue pas en soi une erreur, révèle beaucoup sur le processus de décodage du film. L'image ci-dessous montre comment les carrés sur les côtés de l'angle au sommet sont découpés en triangles et comment les morceaux sont déplacés pour couvrir le carré sur la base: le recouvrement sera total et exact si le triangle fixe est rectangle.



L'attention de l'élève se serait portée non pas sur les carrés construits sur les côtés de l'angle au sommet, mais sur les triangles fournis à partir de ces carrés. Neuf élèves ont exprimé ainsi la variation: *"le théorème de Pythagore ne marchera pas, les triangles ensemble sont plus grands que le carré* "ou " *les triangles vont être trop petits"* (ou *"trop grands")* ou encore " *les triangles ensemble vont donner un carré plus petit que celui déjà présenté"*. Cette focalisation sur les triangles découpés dans les carrés plutôt que sur les carrés eux-mêmes peut distraire du message global et expliquer certains énoncés à propos du théorème lui-même (voir question 2).

Quant aux variables nombre de projections et résultat au pré-test, on ne peut rejeter l'hypothèse de résultats équivalents sauf si on regroupe les bonnes réponses et les inversions (de ces bonnes réponses). Dans ce cas, les réponses ont tendance à se différencier en fonction des connaissances préalables. ($X^2$ : 5% < P < 10%).

La reconstitution mentale de la séquence du film sous-jacente aux deux questions posées ("Qu'arrive-t-il si l'angle au sommet devient...?") est, comme nous l'avons déjà mentionné, tributaire de la perception de l'image lors du visionnement, donc des erreurs de perception, de certaines confusions et aussi de l'ordre dans lequel se fait le décodage de l'image (à structure non linéaire). De plus, il est difficile sans avoir l'image devant soi, de contrôler toutes les composantes du mouvement: variation de l'angle au sommet d'un triangle isocèle dont seul le carré sur la base change de mesure. Le processus d'images impliquées pour s'approprier une transformation est complexe. Pour la description seule du résultat de Pythagore analysée précédemment l'élève n'avait qu'à rendre compte d'un fait vu et entendu à quelques reprises. L'aspect

perceptuel était moins prédominant.

## L'expérimentation: commentaires et discussions

Brièvement, on peut résumer les résultats obtenus pour les deux variables extérieures au film et selon les compétences attendues de la façon suivante:

| | | |
|---|---|---|
| Description d'un déplacement et d'une transformation. | $R_1 = R_2$ | $R^m = R_m$ |
| Enoncé du résultat de Pythagore et illustration de ce résultat. | $R_2 > R_1$ | $R^m > R_m$ |

$R_1$: résultats du groupe: "une projection"
$R_2$: résultats du groupe:"deux projections"
$R^m$: résultats des élèves supérieurs à la moyenne au prétest (2, 5)
$R_m$: résultats des élèves inférieurs à la moyenne au prétest (2, 5)

Les descriptions relèvent davantage d'une mémoire visuelle que d'une mémoire verbale. Par contre, l'énoncé du résultat est donné par le commentaire et l'illustration II, celle qui a été privilégiée par les élèves, est supportée par des nombres. En considérant ces aspects nous émettons les hypothèses suivantes.

1) Le message verbal détermine une manière de faire différente chez le spectateur. Ceci correspond à la spécificité du type de transmission: le verbal est à structure linéaire, il est directif, il est sélectif. Il ferme le message. Mais une question s'impose: de quelle manière et dans quelle mesure, le message verbal a-t-il contribué à différencier les résultats? Quelles sont les conditions de cette différenciation?

2) Ce message verbal serait mieux enregistré par ceux qui ont de meilleures connaissances antérieures et lors d'une deuxième projection.

3) Quand à l'"enregistrement" du message visuel tous les groupes seraient sur le même pied d'égalité quelques soient leur connaissance du théorème et malgré

une deuxième projection.

Une explication pourrait nous être donnée par Denis [1971]. Rappelons que celui-ci comparait le taux et l'ordre de restitution immédiate de stimuli verbaux et visuels présentés indépendemment à des groupes d'enfants différents pour un même récit. Dans notre cas, il s'agit aussi de restitution immédiate mais les messages verbaux et visuels sont présentés simultanément. Cependant, les descriptions de déplacement et de transformation ne sont pas effectuées par le commentaire tandis que l'énoncé du résultat l'est. Selon Denis [1971], une activité de dénomination verbale accompagne ou renforce celle de fixation ou de dénomination des images. Cette activité est d'autant plus difficile que l'image est complexe et que le rythme de présentation est rapide comme dans un film. Le message verbal risque alors d'être plus efficace. Par ailleurs, le message déjà structuré dans un énoncé dont les règles syntaxiques sont rigoureuses doit faciliter la ré-utilisation par le sujet des éléments retenus de ce message. Comme pour Denis nos résultats confirment les hypothèses bien que notre cadre d'expérimentation soit différent. Le résultat de Pythagore (le carré de l'hypoténuse égale la somme des carrés des deux autres côtés) est donné par le commentaire. Cet énoncé verbal réduit considérablement les complexes illustrations visuelles présentées. Il résume (en mots) tout le film. Par ailleurs, l'illustration retenue par les élèves est, contrairement aux autres, de nature combinatoire ($3^2 + 4^2 = 5^2$) et les nombres ont par définition un grand pouvoir réductif.

Dans le même sens, la meilleure performance des élèves ayant eu une 2e projection pourrait s'expliquer ainsi: l'activité de dénomination verbale nécessaire pour la fixation des images a déjà été effectuée lors de la 1ère projection. De plus, comme le souligne Denis, plus longtemps on est exposé aux images, plus grande sera l'activité de dénomination verbale et par conséquence meilleure le degré de fixation des images. Mais nous n'avons pu le vérifier, bien que de façon générale le groupe "deux projections" s'est montré toujours supérieur au groupe "une projection" quoique de façon négligeable.

Quant aux connaissances préalables, on peut penser naturellement qu'elles aussi permettent une meilleure activité de dénomination verbale puisqu'elles supposent un plus grand "bagage dénominatif". Mais encore ici nous n'avons pu le vérifier. Il n'apparait pas de différence significative dans le degré d'appréhension des images en général en fonction des connaissances préalables.

Mais, le commentaire du film ne se limitait pas au seul énoncé du théorème. La réduction verbale ne s'est donc pas effectuée de façon uniforme. Vraisemblablement, l'énoncé du théorème de Pythagore avait un caractère réductionniste plus fort que les autres énoncés verbaux. Ceci soulève la

question de la nature du commentaire et de la force des énoncés verbaux les uns par rapport aux autres. Nous pensons que les énoncés de résultats sont plus efficaces que des énoncés relatifs à des actions ou des comportements. On peut donc supposer l'existence d'une hiérarchie entre les énoncés verbaux quant à leur "pouvoir réducteur". Il est aussi possible de faire l'hypothèse de la plus grande efficacité des images présentant des résultats par rapport à celle illustrant des actions.

Les différences entre les groupes que nous avons observées aux questions 2 et 3 pourraient tenir d'un *facteur d'a priori perceptuel* lié à la complexité des images. Le résultat de Pythagore est de nature factuelle et semble mieux concrétisé ou stréréotypé par la figure 10 unique en son genre et de nature numérique que par les figures 8 et 9.

4) Sur le plan perceptuel tous sont sur le même pied d'égalité. Toutefois, de meilleures connaissances préalables seraient un avantage pour décrire les éléments factuels d'une "histoire"; de même qu'une seconde projection. C'est la nature de l'habilité requise qui serait facteur de différenciation plutôt que le mode de transmission. Les études sur l'activité de mémorisation des grands maîtres d'échec vont dans le même sens. Les configurations ne sont mémorisées efficacement que pour autant qu'elles soient signifiantes par rapport aux mouvements des pièces.

5) Nos constatations ne se sont pas limitées au rôle d'une seconde projection ou des connaissances préalables. Notre expérimentation a mis en évidence ce qu'affirme Jacquinot et bien d'autres: l'image transmet un message multiple et elle ne fournit pas d'ordre de lecture. Sa nature est globale et synthétique. C'est là sa richesse.

Nous avons vu que, même sans commentaire, le spectateur peut tirer des messages intéressants d'une séquence d'animation que le commentaire peut évacuer. Par ailleurs, suite au visionnement du film avec commentaire, cette fois, certains élèves ont pu décrire d'une manière exceptionnelle ce qui était présenté: *"En gardant toujours la même hypoténuse, on fait changer la longueur des côtés et les carrés s'équilibrent pour remplir exactement le gros"*. (Cet élève avait en sa possession quelques images tirées du film).

Mais il y a l'envers de la médaille. Ces images riches entraînent des risques d'erreurs d'interprétation. La nécesaire contrepartie aux images globales et synthétisantes doit être l'analyse. Par ailleurs, le traitement donné à des images géométriques par l'animation suppose toujours en ensemble de conventions et d'intentions: il s'agit de choix (choix de pédagogue et de réalisateur). L'élève doit décoder constamment un langage avec lequel il n'est

pas familier. Il n'est pas étonnant que nous ayons souvent eu des réactions de panique après avoir présenté pour la première fois le film aux élèves.

## L'expérimentation: d'autres résultats

D'autres expérimentations que nous avons effectuées aussi au niveau secondaire dans le même cadre de recherche témoignent encore de la richesse de l'image et de ses dangers.

Nous avons constaté que les élèves ayant visionné des images mouvantes[1] relatives à un graphique, ont donné des commentaires beaucoup plus riches en interprétant le graphique que d'autres élèves qui n'avaient pas vu le film (un film sans commentaire).

Nous avons aussi trouvé que parfois le film gêne plus qu'il n'aide. Ce fut le cas pour un film reproduisant, d'une certaine manière le monde de la classe avec un verbal prédominant, des images animées pauvres, un message "unique" même s'il présentait une dramatisation intéressante avec personnages. Rappelons que selon Jacquinot [1977], le mode d'écriture du film détermine a priori le degré de participation de l'élève: un mode d'écriture fermé risque de réduire la participation. Nous avons là un exemple qui montre que l'image animée semble être un bien mauvais maître selon le modèle traditionnel de l'enseignement magistral.

---

1- Par opposition à animées, relatives à des dessins; ces films sont constitués de scènes tirés de la vie réelle.

## CONCLUSION

Nous avons présenté à 102 élèves de 3ième année du niveau secondaire le film intitulé: "Possibly So, Pythagoras" avec une bande sonore française. Ce film présente trois illustrations animées différentes du théorème de Pythagore.

Un pré-test a permis de classer les élèves en deux groupes selon leurs connaissances antérieures. Suite au visionnement simple ou double du film, les élèves étaient interrogés sur le film d'abord sans, puis avec support visuel. Nous leur demandions de décrire des images en mouvement, d'énoncer et d'illustrer des résultats. Nous avons ainsi étudié l'influence sur les réponses de deux variables extérieures au film: les connaissances préalables et le nombre de projections.

Nous avons pu rejeter l'hypothèse de l'équivalence des résultats que dans les cas où l'image présentait à la fois visuellement et verbalement l'aboutissement d'une démarche.

De plus, les élèves ont privilégié une illustration du théorème de Pythagore de nature combinatoire. Nous pensons que le caractère fortement réductionniste de l'énoncé verbal du théorème et des nombres a permis alors une meilleure restitution. De même, le degré de complexité moindre de l'illustration choisie et le caractère factuel du résultat de Pythagore (l'égalité des aires) a pu jouer un rôle.

Par ailleurs, les résultats d'expérimentation ont bien mis en évidence les caractéristiques de l'image animée géométrique: elle est riche en information, synthétisante, polysémique, complexe, éphémère et parfois trompeuse.

La recherche n'est qu'amorcée. Nous n'avons en effet que bien peu dépassé le simple niveau de la mémorisation. Nous nous interrogeons toujours sur le rôle spécifique que peut jouer chacune des illustrations dynamiques du film à l'intérieur d'une raisonnement géométrique de démonstration, de généralisation, de définition... Comment ces illustrations se différencient-elles quant aux processus de pensée qu'elle valorise? Les descriptions visuelles de transformations ou de comportements sont-elles beaucoup plus difficiles à réutiliser dans un contexte de résolution de problèmes que des descriptions d'états ou de résultats?

Le film comme médium n'est pas encore véritablement entré dans la classe de mathématiques, l'image animée y sera par contre de plus en plus présente grâce aux possibilités de la micro-informatique. Les rapports du symbole à

l'iconique, du texte à l'image, de l'analyse verbale à l'image synthèse reste d'actualité. A lui seul le film apparaît comme un bien mauvais maître selon le modèle traditionnel de l'enseignement magistral. En mathématiques, il n'a pas réussi à en imposer un autre. L'obstacle à vaincre reste toujours le caractère de passivité rattaché au film qui ne vient rien ajouter à un enseignement qui vise plus à exposer qu'à encourager l'exploration. Par ailleurs, la possibilité qui est maintenant offerte d'intervenir directement sur l'image et de la contrôler permettra peut-être de rendre les élèves plus actifs. La puissance de l'outil pourra imposer sa pédagogie mais il faudra la choisir dans le sens de la thèse de Jacquinot, avant même la réalisation des didacticiels. Le choix qu'on fera déterminera ou bien une pédagogie du produit ou bien une pédagogie du processus.

# BIBLIOGRAPHIE

Denis, M. (1971). "La mémoire d'un message filmique comparée à celle d'un message verbal chez des enfants d'âge scolaire". In Journal de Psychologie Normale et Pathologique, No 1, janvier-mars, pp. 69-87.

Fletcher, T. ('965). "Les problèmes du film mathématique", in C. Gattegno: L'enseignement des mathématiques, Tome II: Etude du matériel, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, pp. 81-99.

Jacquinot, G. (1977). Image et Pédagogie. Paris, Presses universitaires de France.

Mary, C. (1983). Le film dans l'enseignement des mathématiques: analyse théorique et expérimentations, mémoire de maîtrise, UQAM.

Nicolet, J.L. (1965). "Intuition mathématique et dessins animés", Inc. Gattegno: L'enseignement des mathématiques, Tome II: Etude du matériel, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, pp. 63-80.

# FILM

Cornwell, B. and Cornwell, K. (1963). Possibly So, Pythagoras! 16 mm, 14 min., couleur, anglais, International Film Bureau, New York.

Des exemplaires du présent document sont en vente à l'adresse suivante:

Centre Interdisciplinaire de Recherches sur
l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A, G-3125
Montréal, Québec
H3C 3P8

Pour commander, remplir le formulaire de réquisition apparaissant à la dernière page du document.

---

Publié par le Centre Interdisciplinaire de Recherches
sur l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
Conception graphique: Pierrette Prévost

---